



**UNIVERSIDAD DE CONCEPCION**  
**Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas**  
**Departamento de Oceanografía**

**Informe Final**  
**Proyecto FIP 2013-28**

**PARÁMETROS BIOLÓGICO PESQUEROS DE**  
**CONGRIO DORADO AL NORTE DE LA**  
**UNIDAD DE PESQUERÍA SUR AUSTRAL**

REQUIRENTE : Fondo de Investigación Pesquera

OFERENTE : Universidad de Concepción

Concepción, octubre de 2015

**TITULO DEL PROYECTO : FIP 2013-28 “PARÁMETROS BIOLÓGICO PESQUEROS DE CONGRIO DORADO AL NORTE DE LA UNIDAD DE PESQUERÍA SUR AUSTRAL”**

**REQUIRENTE : Fondo de Investigación Pesquera**

**UNIDAD EJECUTORA : Departamento de Oceanografía,  
Universidad de Concepción**

**DIRECTOR PROYECTO : Prof. Dr. Hugo Arancibia**

---

Este documento debe ser citado como:

Arancibia, H., R. Alarcón, G. Aedo y M. Barros. 2015. Parámetros biológico pesqueros de congrio dorado al norte de la unidad de pesquería sur austral. Informe Final Proyecto FIP 2013-28. Universidad de Concepción, 137 págs.

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
TABLA DE CONTENIDO .....	i
ÍNDICE DE TABLAS .....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	x
1. HITOS RELEVANTES .....	1
3. EXECUTIVE ABSTRACT .....	6
3. Antecedentes .....	9
4. Objetivos .....	12
4.1. Objetivo General .....	12
4.2. Objetivo Específicos.....	12
5. Metodología de trabajo.....	13
5.1. Consideraciones del diseño de muestreo.....	13
5.2. Objetivo Específico 1 .....	16
5.2.1. Caracterización de la flota pesquera.....	16
5.2.2. Análisis de la información.....	17
5.2.2.1. Caracterización de la flota artesanal.....	17
5.2.2.2. Análisis de las características físicas entre sí .....	18
5.2.2.3. Estratificación de la flota.....	18
5.2.3. Identificación de caladeros históricos .....	18
5.3. Objetivo Específico 2 .....	19
5.3.1. Análisis espacio-temporal del esfuerzo y rendimiento de pesca.....	19
5.3.2. Composición y cuantificación de la fauna acompañante .....	19
5.3.3. Composición de tamaños en las capturas .....	20
5.3.3.1. Tamaño mínimo de muestra de la estructura de tallas .....	20
5.3.3.2. Composición de tallas en las capturas.....	20
5.3.4. Relación talla-peso .....	21
5.4. Objetivo Específico 3 .....	22
5.4.1. Entrenamiento de técnicos muestreadores .....	22

5.4.2.	Diseño de muestreo y tamaño de muestra .....	22
5.4.3.	Aspectos reproductivos .....	23
5.4.3.1.	Proporción sexual .....	23
5.4.3.2.	Escalas de madurez macroscópica .....	24
5.4.3.3.	Índice Gonadosomático .....	25
5.4.3.4.	Análisis microscópico .....	26
5.4.3.5.	Talla media de madurez .....	27
5.4.3.6.	Estimación de la fecundidad.....	31
5.4.4.	Mortalidades.....	32
5.4.4.1.	Mortalidad natural (M).....	33
5.4.4.2.	Mortalidad total (Z).....	35
5.4.4.3.	Precisión de la estimación de $M$ .....	36
5.4.5.	Propuesta de un modelo conceptual de historia de vida en congrio dorado.....	37
5.4.5.1.	Introducción.....	37
5.4.5.2.	Materiales y Métodos .....	39
6.	Talleres .....	40
7.	Resultados .....	41
7.1.	Consideraciones sobre el muestreo .....	41
7.2.	Resultados del Objetivo Específico 1.....	43
7.2.1.	Embarcaciones encuestadas .....	43
7.2.2.	Análisis de la información.....	45
7.2.2.1.	Características generales, geométricas y funcionales.....	45
7.2.2.2.	Artes de pesca.....	46
7.2.2.3.	Análisis de las características físicas de las naves .....	50
7.2.2.4.	Estratificación de la(s) flota(s) .....	51
7.2.2.5.	Régimen operacional .....	55
7.2.3.	Identificación de caladeros históricos .....	58
7.3.	Resultados del Objetivo Específico 2.....	62
7.3.1.	Aspectos operacionales .....	62
7.3.2.	Análisis espacio-temporal del esfuerzo y rendimiento de pesca.....	62
7.3.3.	Composición y cuantificación de la fauna acompañante .....	74

7.3.4.	Composición de tamaños en las capturas .....	76
7.3.4.1.	Tamaños de muestra para la composición de tamaños.....	76
7.3.4.2.	Longitud total (cm) en las capturas .....	77
7.3.4.3.	Peso total en las capturas.....	77
7.3.4.4.	Composición de tallas en las capturas.....	80
7.3.5.	Relación talla-peso .....	85
7.4.	Resultados del Objetivo Específico 3.....	92
7.4.1.	Muestreos .....	92
7.4.2.	Condición reproductiva .....	94
7.4.2.1.	Condición reproductiva macroscópica .....	94
7.4.2.2.	Condición reproductiva microscópica.....	95
7.4.3.	Índice Gonadosomático .....	96
7.4.4.	Talla mediana o promedio de madurez .....	99
7.4.4.1.	Método del incremento relativo en el Índice Gonadosomático.....	99
7.4.4.2.	Ajuste de modelo logístico mediante máxima verosimilitud .....	100
7.4.4.3.	Estimación de la fecundidad.....	101
7.4.5.	Mortalidades .....	102
7.4.5.1.	Mortalidad natural .....	102
7.4.5.2.	Mortalidad total (Z).....	104
7.4.6.	Propuesta de un modelo conceptual de historia de vida en congrio dorado.....	105
7.4.6.1.	Distribución y ciclo reproductivo.....	105
7.4.6.2.	Stocks .....	106
7.4.6.3.	Parámetros de historia de vida.....	106
7.4.6.4.	Alineamiento de edades de una cohorte explotada de <i>G. blacodes</i> en la zona sur de Chile .....	108
8.	Discusión .....	110
9.	Conclusiones .....	116
10.	Talleres .....	118
11.	Referencias .....	119
12.	ANEXOS.....	126

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Escala macroscópica de madurez de hembras de congrio dorado. Tomada de proyecto FIP 1999-15 (Aguayo <i>et al.</i> , 2001).....	24
Tabla 2. Escala macroscópica de la madurez de machos de congrio dorado. Tomada de proyecto FIP 1999-15 (Aguayo <i>et al.</i> , 2001).....	25
Tabla 3. Caracterización histológica de los estadios de madurez sexual de las hembras de congrio dorado. Tomada de proyecto FIP N° 1999-15 (Aguayo <i>et al.</i> , 2001). .....	27
Tabla 4. Desembarque artesanal (toneladas) de congrio dorado desde enero de 2010 hasta noviembre de 2014 entre la V y X Regiones (se agrupa las Regiones V-IX por su bajo nivel de desembarque); porcentaje en paréntesis. Fuente: Servicio Nacional de Pesca. ....	41
Tabla 5. Nombre, señal distintiva, matrícula y armador de las lanchas artesanales encuestadas para la caracterización de la flota que opera en congrio dorado al norte de 41°28,6' S. ....	44
Tabla 6. Características generales y geométricas de las lanchas encuestadas para su caracterización y que operan sobre congrio dorado al norte de 41°28,6' S.....	47
Tabla 7. Características operacionales de las lanchas encuestadas para la caracterización de la flota que opera sobre congrio dorado al norte de 41°28,6'S.....	48
Tabla 8. Desembarque artesanal de congrio dorado por arte/aparejo de pesca en las Regiones VIII, XIV y X. Periodo: 2010 a 2014. Fuente: SernaPesca.....	49
Tabla 9. Parámetros de la función ajustada a pares de variables.....	51
Tabla 10. Clasificación de las naves que capturan congrio dorado mediante Análisis Discriminante Múltiple. Caso 1.....	54
Tabla 11. Clasificación de las naves que capturan congrio dorado mediante Análisis Discriminante Múltiple. Caso 2.....	54
Tabla 12. Clasificación de las naves que capturan congrio dorado mediante Análisis Discriminante Múltiple. Caso 3.....	55
Tabla 13. Variables operativas del seguimiento biológico y pesquero de congrio dorado. Período: enero a noviembre de 2014. ....	62
Tabla 14. Captura en número, captura en peso (kg) y esfuerzo de pesca (número de anzuelos) total (Sum.), promedio (Prom.), desviación estándar (S.D.) y tamaño de muestra (n) de congrio dorado por zona desde enero hasta abril de 2014. ....	70
Tabla 15. Rendimiento de pesca en número (núm./anz) y rendimiento de pesca en peso (kg/anz), total (Sum.), promedio (Prom.), desviación estándar (S.D.) y tamaño de muestra (n) de congrio dorado por zona desde enero hasta abril de 2014.....	71

Tabla 16.	Captura en número, captura en peso (kg) y esfuerzo de pesca (número de anzuelos) total (Sum.), promedio (Prom.), desviación estándar (S.D.) y tamaño de muestra (n) de congrio dorado por mes al norte de 41°28,6'S.....	71
Tabla 17.	Rendimiento de pesca en número (núm./anz) y rendimiento de pesca en peso (kg/anz), total (Sum.), promedio (Prom.), desviación estándar (S.D.) y tamaño de muestra (n) de congrio dorado por mes al norte de 41°28,6'S.....	72
Tabla 18.	Fauna acompañante en las capturas de congrio dorado desde abril hasta noviembre de 2014. Nomenclatura: %SC = sin considerar congrio dorado. ....	75
Tabla 19.	Número de ejemplares de congrio dorado medidos por mes y zona utilizados en la caracterización de la composición de tamaños. ....	77
Tabla 20.	Estadígrafos de la longitud total (LT) de congrio dorado desde enero hasta abril de 2014 por zona. Nomenclatura: Prom.= promedio, d.e.= desviación estándar. ....	78
Tabla 21.	Estadígrafos de la longitud total (LT, cm) de congrio dorado desde febrero hasta noviembre de 2014 por zona. Nomenclatura: Prom.= promedio, d.e.= desviación estándar. ....	78
Tabla 22.	Estadígrafos del peso total (PT, gr) de congrio dorado desde enero hasta noviembre de 2014 al norte de 41°28,6'S. Nomenclatura: Prom.= promedio, d.e.= desviación estándar. ....	80
Tabla 23.	Número de ejemplares de congrio dorado medido y pesado por mes y zona, utilizados en la determinación de los parámetros de la relación talla-peso. ....	88
Tabla 24.	Parámetros de la relación longitud total (LT) - peso total (PT) de congrio dorado desde enero hasta abril de 2014 por mes y zona; n = tamaño de muestra. ....	88
Tabla 25.	Parámetros de la relación longitud total (LT) - peso total (PT) mensual de congrio dorado desde enero hasta noviembre de 2014; n = tamaño de muestra. ....	89
Tabla 26.	Número y fracción (%) de ejemplares de congrio dorado por sexo, mes y zona desde enero hasta abril de 2014. Nomenclatura: M = machos; H = hembras; Ind. = indeterminados. ....	93
Tabla 27.	Número y fracción (%) de ejemplares de congrio dorado por sexo y mes desde enero hasta noviembre de 2014 al norte de 41°28,6'S. Los valores subrayados corresponden a la proporción sexual solo de machos y hembras. ....	93
Tabla 28.	Estadígrafos de longitud total (LT) para machos y hembras de congrio dorado en capturas efectuadas desde febrero hasta noviembre de 2014 al norte del paralelo 41°28,6' S (en paréntesis el tamaño de muestra).....	94
Tabla 29.	Estadígrafos de la longitud total (LT) y el índice gonadosomático (IGS) en hembras de congrio dorado analizadas mediante técnicas histológicas. Período: febrero y junio-octubre de 2014 al norte del paralelo 41°28,6' S (en paréntesis el tamaño de muestra). ....	96
Tabla 30.	Estadígrafos del Índice Gonadosomático (IGS%) para machos y hembras de congrio dorado en capturas efectuadas en el periodo febrero a noviembre de 2014 al norte del paralelo 41°28,6' S (en paréntesis el tamaño de muestra). ....	97

Tabla 31.	Índice Gonadosomático promedio (IGS prom.) para intervalos de 5,0 cm LT en hembras de congrio dorado.....	99
Tabla 32.	Resumen de estadígrafos del ajuste la curva logística de madurez con máxima verosimilitud para hembras de congrio dorado. Período: agosto a octubre de 2014 al norte del paralelo 41°28,6' S. ....	100
Tabla 33.	Parámetros de crecimiento de la ecuación von Bertalanffy (tomados de Wiff <i>et al.</i> , 2007), edad máxima teórica ( $T_{máx}$ ) y edad crítica ( $t^*$ ) utilizados en estimaciones de M y Z para la UPN; desviación estándar en paréntesis.....	103
Tabla 34.	Parámetros de crecimiento de la ecuación von Bertalanffy (tomados de Wiff <i>et al.</i> , 2007), edad máxima teórica ( $T_{máx}$ ) y edad crítica ( $t^*$ ) utilizados en estimaciones de M y Z para UPS; desviación estándar en paréntesis. ....	103
Tabla 35.	Promedio de mortalidad natural ( $\text{año}^{-1}$ ) en congrio dorado para cada modelo por zona (UPN y UPS), sexo y sexos combinados. ....	104
Tabla 36.	Estimaciones de mortalidad natural (M; $\text{año}^{-1}$ ) ponderado por el inverso de la varianza de cada modelo.....	105
Tabla 37.	Estimaciones de mortalidad total (Z, $\text{año}^{-1}$ ) según los métodos de Hoening (1983) y van Sickle (1977) por área y sexo.....	105

## ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Fig. 1.	Distribución geográfica de congrio dorado. Tomado de Nielsen <i>et al.</i> (1999). .....	9
Fig. 2.	Desembarque histórico de congrio dorado en Chile por flota. Período: 1975 a 2013. ....	13
Fig. 3.	Desembarque anual artesanal de congrio dorado en las principales regiones administrativas de Chile. Período: 1975 a 2013. ....	14
Fig. 4.	Número acomodaciones según tamaño de lanchas; límite: 12,0 m de eslora. ....	46
Fig. 5.	Esquema del espinel horizontal de fondo utilizado en la captura de congrio dorado por naves artesanales de Corral, Valdivia (XIV Región) y Carelmapu (X Región). ....	50
Fig. 6.	Relación entre la eslora (m) y manga (m; arriba izquierda), puntal (m; arriba derecha), calado (m; abajo izquierda) y TRG (toneladas; abajo derecha) de las naves encuestadas para la caracterización de la flota artesanal espinelera que opera sobre congrio dorado al norte de 41°28,6' S. ....	52
Fig. 7.	Relación entre la eslora (m) y potencia del motor principal (Hp; arriba izquierda), capacidad de combustible (l; arriba derecha), año de construcción (abajo izquierda) y región de procedencia (abajo derecha) de las naves espeleras encuestadas para la caracterización de la flota que opera sobre congrio dorado al norte de 41°28,6' S. ....	53
Fig. 8.	Frecuencia de la duración de viajes de lanchas que capturaron congrio dorado. Período: enero a noviembre de 2014. ....	56
Fig. 9.	Captura de jibia con poteras para utilizarla como carnada en las operaciones de pesca de congrio dorado. ....	57
Fig. 10.	Distribución de frecuencia (número) de los lances de pesca con espinel por rangos de profundidad de calado en las operaciones de pesca de congrio dorado al norte de 41°28,6'S. ....	58
Fig. 11.	Caladeros históricos (1, 2 y 3; en rojo) de congrio dorado en la VIII Región e identificados por pescadores artesanales de Punta Lavapié y Lebu. ....	60
Fig. 12.	Caladeros históricos (en rojo) de congrio dorado en la XIV Región y X Región, identificados por pescadores artesanales de Valdivia-Corral (caladeros 4, 5 y 6) y Carelmapu (caladero 7), respectivamente. ....	61
Fig. 13.	Distribución espacial de los lances de pesca (puntos rojos) de congrio dorado desde enero hasta noviembre de 2014 (acumulado). Las líneas segmentadas azules representan los límites regionales y la línea segmentada verde el límite de la UPSA. ....	64

Fig. 14.	Distribución espacial de los lances de pesca (puntos rojos) de congrio dorado en enero (izquierda) y febrero (derecha) de 2014. Las líneas segmentadas azules representan los límites regionales; la línea segmentada verde representa el límite de la UPSA.....	65
Fig. 15.	Distribución espacial de los lances de pesca (puntos rojos) de congrio dorado en marzo (izquierda) y abril (derecha) de 2014. Las líneas segmentadas azules representan los límites regionales; la línea segmentada verde representa el límite de la UPSA.....	66
Fig. 16.	Distribución espacial de los lances de pesca (puntos rojos) de congrio dorado en junio (izquierda) y julio (derecha) de 2014. Las líneas segmentadas azules representan los límites regionales; la línea segmentada verde representa el límite de la UPSA.....	67
Fig. 17.	Distribución espacial de los lances de pesca (puntos rojos) de congrio dorado en agosto (izquierda) y septiembre (derecha) de 2014. Las líneas segmentadas azules representan los límites regionales.....	68
Fig. 18.	Distribución espacial de los lances de pesca (puntos rojos) de congrio dorado en octubre (izquierda) y noviembre (derecha) de 2014. Las líneas segmentadas azules representan los límites regionales.....	69
Fig. 19.	Rendimiento de pesca (kg/anz) de congrio dorado desde enero hasta noviembre de 2014 al norte de 48°21,6'S.....	72
Fig. 20.	Rendimiento de pesca (kg/anz) de congrio dorado desde enero hasta noviembre de 2014 por zona.....	73
Fig. 21.	Rendimiento de pesca (kg/anz) de congrio dorado por estrato de profundidad desde enero hasta noviembre de 2014.....	74
Fig. 22.	Importancia relativa (% en número) de las especies que constituyeron la fauna acompañante en las capturas de congrio dorado. Período: abril a noviembre de 2014.....	76
Fig. 23.	Longitud total (LT, cm) promedio de congrio dorado (sexos combinados) desde enero hasta noviembre de 2014.....	79
Fig. 24.	Longitud total (LT, cm) promedio de congrio dorado (sexos combinados) por zonas.....	79
Fig. 25.	Peso total (g) de congrio dorado (sexos combinados) desde enero hasta noviembre de 2014 en la zona de la PDA.....	81
Fig. 26.	Composición de tamaños de congrio dorado (sexos combinados) en enero de 2014 en la zona de la PDA. La línea roja segmentada representa la longitud promedio.....	81
Fig. 27.	Composición de tamaños de congrio dorado (sexos combinados) en febrero de 2014 en la zona norte (izquierda) y en la zona sur (derecha). La línea roja segmentada representa la longitud promedio.....	82

Fig. 28.	Composición de tamaños de congrio dorado (sexos combinados) en marzo de 2014 en la zona de la PDA. La línea roja segmentada representa la longitud promedio.....	83
Fig. 29.	Composición de tamaños de congrio dorado (sexos combinados) en abril de 2014 en la zona norte (izquierda) y en la zona sur (derecha). La línea roja segmentada representa la longitud promedio. ....	84
Fig. 30.	Composición de tamaños de congrio dorado (sexos combinados) desde junio hasta noviembre de 2014 en la zona norte. La línea roja segmentada representa la longitud promedio.....	86
Fig. 31.	Composición de tamaños de congrio dorado (sexos combinados) en la zona norte y sur del área de interés, y en la zona de la PDA. La línea roja segmentada representa la longitud promedio. ....	87
Fig. 32.	Ajustes de la relación talla-peso de congrio dorado al norte de 41°28,6' S. ....	89
Fig. 33.	Ajustes de la relación talla-peso de congrio dorado por mes (enero a abril de 2014) y zona. ....	90
Fig. 34.	Ajustes de la relación talla-peso de congrio dorado por mes (junio a noviembre de 2014). ....	91
Fig. 35.	Fracción (%) de estados de madurez sexual (EMS) en las capturas de congrio dorado desde enero hasta noviembre de 2014 por sexo. ....	95
Fig. 36.	Frecuencia de estados de madurez sexual microscópicos para hembras de congrio dorado. Período: febrero y junio-octubre de 2014 al norte del paralelo 41°28,6' S.....	97
Fig. 37.	Índice Gonadosomático según longitud total en machos y hembras de congrio dorado. Período: febrero a noviembre de 2014 al norte del paralelo 41°28,6' S. ....	98
Fig. 38.	Ojiva de madurez con la frecuencia de estados de madurez sexual microscópicos de hembras de congrio dorado. Período: agosto a octubre de 2014 al norte del paralelo 41°28,6' S. ....	100
Fig. 39.	Fecundidad en relación a la longitud total y peso total de congrio dorado. Período: septiembre a octubre de 2014 al norte del paralelo 41°28,6' S.....	101
Fig. 40.	Alineamiento de edades de una cohorte explotada.....	109
Fig. 41.	Rendimiento de pesca anual (g/anz) de congrio dorado por región en la Unidad de Aguas Interiores Norte (AI-Norte) y al norte de 'resta en la flota artesanal. Período: 2007 a 2013. Fuente Gálvez <i>et al.</i> (2014). ....	111
Fig. 42.	Distribuciones de frecuencias de tallas de congrio dorado por región y al norte de 41°28,6 el año 2013. Fuente Gálvez <i>et al.</i> (2014).....	112

## ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Ficha Universal de Registro de las Principales Características Físicas de las Embarcaciones Artesanales Susceptibles de Operar en la Pesca de Congrio Dorado. ....	127
Anexo 2. Acta del taller de coordinación .....	130
Anexo 3. Composición y organización del equipo profesional y técnico .....	131
Anexo 4. Asignación del personal profesional y técnico por objetivo.....	132
Anexo 5. Programa y Acta Taller de Difusión de Resultados. ....	133
Anexo 6. Asistencia al Taller de Difusión de Resultados. ....	137

## 1. HITOS RELEVANTES

Fecha	Hito
12-07-2013	Se publicó en el portal <a href="http://www.chilecompras.cl">www.chilecompras.cl</a> la convocatoria a concurso público de este proyecto.
20-08-2013	Se ingresó las ofertas técnica y económica al portal <a href="http://www.mercadopublico.cl">www.mercadopublico.cl</a>
15-10-2013	En sesión N° 204 el Consejo de Investigación Pesquera (CIP) adjudica a la Universidad de Concepción (UdeC) la ejecución del proyecto.
04-11-2013	Se recibe carta FIP N° 346 comunicando la adjudicación del proyecto.
02-12-2013	Se responde las observaciones técnicas efectuadas por el evaluador de la propuesta técnica.
10-12-2013	Se publica Decreto Exento N° 1333 de la Subsecretaría de Pesca (SubPesca), adjudicando el proyecto.
10-12-2013	Se firma el contrato entre el CIP y la UdeC.
29-01-2014	Se envía a SubPesca la solicitud de pesca de investigación.
17-02-2014	Se coordina embarques y entrega de materiales de muestreo en Corral, Niebla y Valdivia a armadores y técnicos.
18-02-2014	Se inicia la aplicación de encuesta a armadores (Corral y Valdivia).
13-03-2014	Se colecta muestras y materiales en la primera temporada de pesca.
14-03-2014	Se retoma encuestas a armadores (Carelmapu).
18-03-2014	Se realiza 1er taller técnico por vídeo-conferencia con sectorialista de SubPesca (Sra. Aurora Guerreo) y representante del FIP (Sra. Malú Zavando).
24-03-2014	Se recepciona del FIP acta del taller técnico de inicio del proyecto.
04-04-2014	Se solicita “on line” a la SubPesca las bases de datos históricos de la flota arrastrera hielera industrial de la zona centro sur y austral.
30-04-2014	SubPesca autoriza a la UdeC para realizar pesca de investigación mediante Resolución Exenta N° 1172.
09-05-2014	Se recibe la resolución de SubPesca que autoriza la pesca de investigación.
23-05-2014	Se recibe de SubPesca parte de la información solicitada y se remite carta con copia a IFOP, requiriendo la información faltante.
27-05-2014	Se solicita al FIP prórroga de entrega de informe de avance.
26-06-2014	FIP aprueba solicitud de prórroga de entrega de informe de avance mediante carta FIP N° 227.
17-07-2014	Se envía informe de avance.

Fecha	Hito
09-09-2014	Se inicia nueva coordinación para aplicación de encuestas a armadores de la VIII Región.
6 a 14-10-2014	Se aplica encuestas a armadores de Lebu.
06-01-2015	Se realiza taller de difusión de resultados.
12-01-2015	Envío del Pre-Informe Final al FIP.
30-03-2015	Recepción de la evaluación del Pre-Informe Final.
20-04-2015	Envío al FIP del Pre-Informe Final (corregido) y respuestas a evaluación.
14-07-2015	Envío del segundo Pre-Informe Final (corregido) y respuestas a evaluación.
6-10-2015	Recepción de carta N° 732 del FIP con aprobación de Pre-Informe Final (corregido 2).
26-10-2015	Envío del Informe Final al FIP.

---

## 2. RESUMEN EJECUTIVO

Este documento constituye el Informe Final del proyecto FIP 2013-18 “Parámetros biológico pesqueros de congrio dorado al norte de la unidad de pesquería sur austral” y se presenta resultados derivados de actividades realizadas desde enero hasta noviembre de 2014, ambos meses inclusive, considerando los tres objetivos específicos comprometidos en el estudio. Se encuestó a armadores de la flota artesanal que operó en los últimos años sobre el recurso congrio dorado (*Genypterus blacodes*) al norte del paralelo 41°28'6" S, que constituye el límite norte de la pesquería sur austral. Se visitó los puertos de Niebla, Caleta Amargos y Los Molinos en la XIV Región (Valdivia), Carelmapu en la X Región (Puerto Montt) y Lebu en la VIII Región, registrándose características generales, geométricas y operacionales de 32 embarcaciones (lanchas a motor, L/M) que operaron en tales Regiones sobre congrio dorado, al norte del citado paralelo. En 2014 se operó a bordo de L/Ms en pocos días comerciales de pesca debido a lo exiguo de la cuota total. El resto de los muestreos provino del uso de pesca de investigación otorgada para este proyecto a la Universidad de Concepción. Se trabajó a bordo de tres L/Ms, cada una con un observador a bordo. Se realizó 14 mareas de pesca con 184 lances comerciales dirigidos a la captura de congrio dorado como especie objetivo.

La caracterización de la flota que ha operado sobre congrio dorado consideró embarcaciones registradas en los puertos de Lebu, Valdivia-Corral-Niebla y Carelmapu. Las embarcaciones de Lebu operaron históricamente sobre el recurso congrio dorado, pero no durante el año 2014, pues su esfuerzo de pesca se orientó a la captura con espinel del recurso reineta (*Brama australis*) y secundariamente merluza común (*Merluccius gayi*). En análisis de las características físicas de las naves reveló relaciones de tipo lineal entre la manga, puntal y calado respecto de la eslora, y potencial entre eslora y TRG. Las naves de la flota que captura congrio dorado al norte de 41°28,6'S se puede separar en dos estratos, considerando la Región de procedencia, a saber: estrato 1, que son naves de la VIII Región incluidas aquellas que se trasladaron a la X Región; y estrato 2, que son naves de la XIV Región.

El análisis espacio-temporal del esfuerzo de pesca y del rendimiento desplegado por embarcaciones artesanales, que efectivamente tuvieron como pesca objetivo al congrio dorado, se

realizó para tres zonas, de acuerdo a la distribución espacial observada de los lances de pesca. El área efectiva de estudio para este proyecto se dividió en Zona Norte (consideró los lances realizados en la IX y XIV Regiones) y Zona Sur (lances entre el límite norte de la X Región y 41°28'6"S), a las que se agrega la Zona de la Pesquería Demersal Austral, PDA (lances realizados al sur de 41°28'6"S).

El rendimiento de pesca (kg/anz) muestra, en general, tendencia decreciente desde enero a noviembre de 2014, acentuándose en los últimos meses por el término de la cuota de captura comercial. Adicionalmente, existe un gradiente batimétrico en los rendimientos de pesca, siendo el intervalo de 250 a 300 m de profundidad el que muestra los mejores resultados.

Las especies que componen la fauna acompañante de las capturas de congrio dorado está conformada por 14 especies, siendo la más importante (captura en número) el pejegata o gata café (*Bythaelurus canescens*), seguido de congrio plateado o luciato (*Pseudoxenomystax albescens*), raya volantín (*Zearaja chilensis*) y chancharro (*Helicolenus lengerichi*). El congrio dorado representó casi el 50% de la captura total en número en el período de estudio.

El tamaño promedio de congrio dorado en las capturas fue entre 44 y 141 cm de longitud total. LT (promedio: 87,8 cm; d.e.: 14,6 cm), en tanto el peso fue entre 400 y 13.900 gramos (promedio = 3.684,7 gr; d.e.: 2.018 g).

La composición de tamaños de congrio dorado agregada por zona en el período de estudio muestra la transición desde una estructura con la moda desplazada hacia la izquierda, representada fuertemente por ejemplares menores a 84 cm de LT, hacia una composición de tamaños con ejemplares más grandes y la moda desplazada hacia la derecha en la zona de la PDA. Se plantea la existencia de un leve gradiente latitudinal norte-sur de la longitud media de congrio dorado. La relación talla-peso se ajustó a un modelo potencial.

El muestreo implementado en este proyecto para la obtención de información reproductiva de congrio dorado, a bordo de lanchas artesanales, permitió coleccionar datos desde enero hasta noviembre de 2014, ambos meses inclusive, al norte del paralelo 41°28,6' S. La mayoría de los

individuos de congrio dorado analizados presentaron condición inmadura, aunque desde agosto hasta octubre de 2014 aumentó la frecuencia de individuos en madurez avanzada, incluyendo estadios en desove. En periodo principal de desove las hembras de tamaño superior a 100 cm de LT incrementaron el peso relativo de sus ovarios, lo que nos permitió disponer de un adecuado contraste en los indicadores reproductivos macroscópicos (índice gonadosomático, IGS) y microscópicos (estados de madurez histológicos) en un amplio rango de tamaños de las hembras. La talla media de madurez en hembras de congrio dorado fue 100,0 cm de LT a través del método del incremento relativo del IGS; la talla mediana de madurez se estimó en 106,7 cm LT (rango: 100,0 a 114,5 cm de LT) con el ajuste de una curva logística mediante máxima verosimilitud. Se confirma la existencia de desove al norte del paralelo 41°28'S.

De acuerdo con las bases administrativas, en el Anexo 3 se presenta la composición y organización del equipo profesional y técnico por función u objetivo desarrollado en el proyecto; en el Anexo 4 se entrega la asignación de horas-hombre por objetivo específico para el periodo que se informa.

El desarrollo de este estudio, particularmente en cuanto a la obtención de muestras biológicas y registros a bordo de naves artesanales (lanchas), estuvo fuertemente condicionado por la exigua cuota total de pesca a nivel nacional y regional, lo que redujo la temporada de pesca a pocas semanas en verano. Las actividades de campo de este proyecto fueron complementadas con una reducida pesca de investigación (2 toneladas), lo que permitió extender responsablemente los muestreos hasta noviembre. Toda esta situación fue oportunamente analizada con la sectorialista de la SubPesca y con la representante del FIP para este proyecto, con quienes se acordó realizar los muestreos con técnicos a bordo en pescas comerciales legales, más la pesca de investigación. Por lo tanto, el cumplimiento de todos los resultados comprometidos en este estudio exigió el máximo esfuerzo de personal profesional y técnico.

### 3. EXECUTIVE ABSTRACT

This document is the Final Report of the project FIP 2013-18 “Fishery and biological parameters of pink cusk-eel northernwards of the austral fishing unit”. It includes results from activities carried out from January to November 2014, taking into account the three specific objectives of this study. Owners of artisanal fishing boats operating northernwards of the latitude 41°28'6" S (northern border of the austral fishery) were inquired about their commercial activities on pink cusk-eel. The localities (ports) of Niebla, Caleta Amargos and Los Molinos in the administrative 14<sup>th</sup> Region (Valdivia), Carelmapu in the 10<sup>th</sup> Region (Puerto Montt) and Lebu in the 8<sup>th</sup> VIII Región were visited in order to register general, geometric and operational characteristics of 32 artisanal boats that concentrated their effort on pink cusk-eel in these administrative regions in Chile. During 2014, few fishing days were available to this project due to the reduced total quota of pink cusk-eel. Other samples were obtained using a “research fishing” (pesca de investigación), which was given to the Universidad de Concepción by the Secretary of Fisheries (Subsecretaría de Pesca). Three boats were available for technicians (observers); 14 fishing trips were carried out with 184 commercial hauls, being pink cusk-eel the target species.

The characterization of the artisanal fishing fleet, which has been historically operating on pink cusk-eel, taken into account boats registered in the ports of Lebu, Valdivia-Corral-Niebla and Carelmapu. In the year 2014, boats of Lebu did not operate on pink cusk-eel, so the effort was re-oriented to the catch of the southern pomfret (*Brama australis*) and secondarily common hake (*Merluccius gayi*). The analysis of the physical characteristics of the artisanal fleet shown lineal-type relationships between board, depth and draught with length, and potential relationship between length and gross tonnage. Boats that had to pink cusk-eel as target fishing species (northernwards 41°28'6"S) can be grouped into two strata taking into account the region of precedence, i.e.; stratum 1, boats from Region 8<sup>th</sup>, including boats from Region 10<sup>th</sup> that formerly moved southerneards; and, stratum 2, boats from Region 14<sup>th</sup>.

A spatial-temporal analysis of the fishing effort and yield of the artisanal boats that registered landings of pink cusk-eel was carried out for three zones, according to the spatial distribution of the hauls. The studied area was divided in two zones, it is North Zone (considering hauls in

Regions 9<sup>th</sup> and 14<sup>th</sup>) and South Zone (hauls from the north border of Region 10<sup>th</sup> and the latitude 41°28'6"S), plus the area which is knowledge as "austral demersal fishing zone" (hauls southernwards of latitude 41°28'6"S).

In general, the fishing yield (kg/hook) shown a declining tendency from January to November 2014, which is stronger in the last months of the year due to the commercial quota is reducing quickly. Moreover, a bathymetric gradient in the fishing yields is revealed, with the interval from 250 to 300 m of depth showing the best yield.

14 are the species of the by-catch in catches of pink cusk-eel, being the most important (in number) rattail fish (*Bythaelurus canescens*), golden cusk-eel (*Pseudoxenomystax albescens*), skate (*Zearaja chilensis*) and chancharro or rock cod (*Helicolenus lengerichi*). But, pink cusk-eel is 50%, approximately, of the total catch (in number) in the period of study.

The mean size of pink cusk-eel at catches was from 44 to 141 cm of total length, TL (mean: 87,8 cm; s.d.: 14,6 cm), meanwhile the weight was from 400 to 13.900 g (mean= 3.684,7 gr; s.d.: 2.018 g).

The size composition of pink cusk-eel at catches by zone shown the transition from a length distribution displaced to the left (individuals lower than 84 cm of TL) to a size composition with larger individuals of pink cusk-eel and the mode displaced to the right in the austral demersal fishery. So, a moderated latitudinal gradient of the pink cusk-eel mean length is evident from north to south. The length-weight relationships were fitted to potential models.

The sampling implemented in this study, in order to obtain reproductive information of pink cusk-eel on board of artisanal boats, permitted to collect data from January to November, 2014, northernwards the latitude 41°28'6" S.

Females of pink cusk-eel shown an immature condition, although the frequency of advanced mature females increased from August to October, 2014, including spawning states. In the main spawning season of pink cusk-eel, the size of females was larger than 100 cm of total length

(TL), with the increase of the ovaries relative weight (%). This characteristic permitted to have an adequate contrast in reproductive indicators, as macroscopic (gonado-somatic index, GSI) as microscopic (histological maturity states) in a wide size range of females. The mean size at maturity was determined as 100.0 cm of TL in females with the method of the relative increment of the GSI. The median size at maturity in females was estimated as 106.7 cm of TL (range: 100.0 to 114.5) with the fit of a maximum likelihood logistic curve. In this study the spawning of pink cusk-eel females northernwards the latitude 41°28'6"S is confirmed.

According to the administrative requirements for this study, in Annex 3 is shown the team of the project (professionals and technicians) by function or specific objective. In Annex 4 the distribution of time (hours) by professionals/technicians is given.

The normal development of this study was strongly conditioned to the biological sampling, the work on board of artisanal boats and the reduced total quota of pink cusk-eel as in the national as in the regional perspective. It reduced strongly the fishing season (mainly in summer) from several months along the year to few months in 2014. The field activities in this study were supported partially by a 2-tonnes fishing research (pesca de investigación), which permitted us to extend the sampling until November. This anomaly was conveniently, jointly analyzed with the counterparts of both SubPesca and FIP, whom agreed with the head of this study to carry out sampling on board with technicians, but in boats that had legal quota, plus the fishing research (pesca de investigación). Consequently, in order to carry out this project, the maximum sampling effort was necessary by professionals and technicians.

### 3. Antecedentes

El congrio dorado (*Genypterus blacodes*) es una especie de la Familia Ophidiidae, típica del Hemisferio Sur; esta especie fue descrita primero en aguas de Nueva Zelanda con especímenes colectados durante la visita del capitán James Cook a ese territorio en 1773 (Smith & Paulin, 2003). Los individuos de *G. blacodes* son demersales de tamaño grande que habitan aguas templadas de la plataforma continental y talud de Nueva Zelandia, sur de Australia y el cono sur de Sudamérica (Fig. 1), generalmente a profundidades entre 100 y 700 m (Mitchell, 1984; Renzi, 1986; Nielsen *et al.*, 1999; Nyegaard *et al.*, 2004). En Chile la distribución latitudinal de congrio dorado ocurre entre Coquimbo (30°S) y Cabo de Hornos (57°S) (Young *et al.* 1984; Beentjes *et al.* 2002; Paredes & Bravo, 2005).

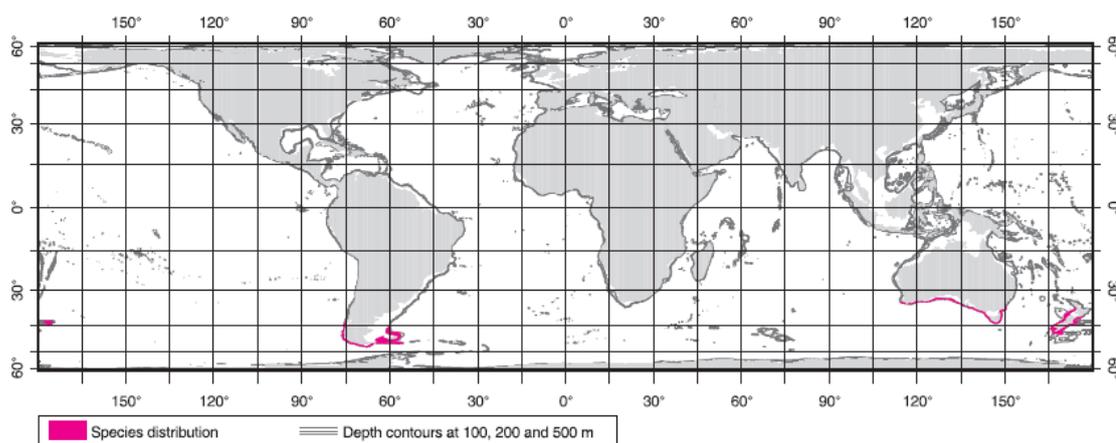


Fig. 1. Distribución geográfica de congrio dorado. Tomado de Nielsen *et al.* (1999).

De las especies que constituyen el género *Genypterus*, seis son recursos pesqueros (Ward & Reilly, 2001), siendo *G. blacodes* la especie más importante en términos de intencionalidad de pesca y niveles de capturas, constituyendo pesquerías en Australia (Ward *et al.*, 2001), Nueva Zelandia (Horn, 1993), Argentina (Cordo, 2001) y Chile (Wiff & Quiroz, 2010). De acuerdo con registros históricos de capturas, la pesquería de congrio dorado en Chile ha ocurrido entre Talcahuano (36°44'S) y el sur del Cabo de Hornos (57°00'S). Hasta el año 1979 se le capturaba casi exclusivamente con pesca artesanal en la zona centro-sur de Chile (San Antonio a Corral),

con desembarques que no superaban 2.000 toneladas anuales en esa área (Chong & Aguayo, 1990). Sin embargo, al promulgarse el Decreto Ley 600 (3 de junio de 1974), que promovía las inversiones extranjeras a inicios de la dictadura militar en Chile, se autorizó la actividad de barcos extranjeros (buques fábrica) al sur del paralelo 37°S, desde 60 mn hasta 200 mn hacia el oeste, los que se dedicaron a la extracción de peces demersales, en especial merluza austral (*Merluccius australis*) y, asociada a ésta, merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) y congrio dorado (Zuleta, 1979).

Actualmente el congrio dorado es capturado por multiflotas constituidas por una componente industrial de embarcaciones arrastreras y palangreras, y una componente artesanal de embarcaciones espineleras, siendo la principal zona de explotación aquella circunscrita a la zona sur-austral (41°28' a 57°00'S) (Wiff *et al.*, 2012). No obstante, en sus inicios la explotación de congrio dorado, en la mal denominada Pesquería Sur Austral (PDA), se debía a su carácter de fauna acompañante de la pesquería de merluza del sur (Tascheri *et al.*, 2003).

Debido a que la explotación de congrio dorado es más importante en la zona sur austral (41°28'S a 57°00'S), en esa zona donde se ha realizado la mayor parte de los estudios de parámetros de historia de vida tales como mortalidad natural (Wiff *et al.*, 2011), edad y crecimiento (Chong & Aguayo, 1990; Wiff *et al.*, 2007), ciclo reproductivo, tamaño medio de madurez y fecundidad (Paredes & Bravo, 2005). El congrio dorado presenta lento crecimiento, alcanza a 120 a 130 cm de longitud total y edades superiores a 20 años (Chong & Aguayo, 1990; Horn, 1993; Wiff *et al.*, 2007). Para la pesquería sur austral, Wiff *et al.* (2007) estimaron los parámetros de crecimiento de congrio dorado por sexo y unidad de pesquería, esto es, la unidad de pesquería norte (UPN) entre 41°28'S y 47°00'S, y la unidad de pesquería sur (UPS) entre 47°00'S y 57°00'S, mediante lectura de anillos en otolitos sagitta, encontrando ejemplares entre 1 y 14 años de edad en machos y hasta 16 años en hembras. Adicionalmente, se encontró diferencias significativas en el crecimiento entre sexos y entre unidades de pesquería, aunque probablemente estos resultados son tamaño de muestra dependientes, particularmente cuando se compara el crecimiento individual de congrio dorado entre las UPN y UPS, los que, a su vez, dependen de la intensidad de explotación de las zonas de pesca, ciertamente.

Para la zona centro sur de Chile, Tascheri *et al.* (2003) monitorearon la actividad pesquera artesanal sobre congrio colorado (*Genypterus chilensis*), congrio negro (*G. maculatus*) y congrio dorado (*G. blacodes*), muestreando las capturas desde la IV hasta la VIII Regiones. En el caso de congrio dorado, una característica fue la alta presencia de ejemplares inmaduros, pues prácticamente no se observó desarrollo gonádico en las hembras (ovarios con presencia de ovocitos previtelogénicos de reserva). La composición de tamaños de congrio dorado fue generalmente unimodal, con la moda en alrededor de 75 cm de LT. Adicionalmente, las distribuciones de frecuencias de tallas entre sexos fueron muy similares. Sin embargo, al compararlas estadísticamente se concluyó que existían diferencias significativas en los tamaños de machos y hembras. La longitud máxima teórica ( $LT_{\infty}$ , cm) se estimó en 81,5 cm LT en machos y 96,3 cm LT en hembras, con tasas instantáneas de crecimiento individual ( $K$ , año<sup>-1</sup>) de 0,29 año<sup>-1</sup> en machos y 0,21 año<sup>-1</sup> en hembras. Estos parámetros son significativamente distintos de aquellos determinados para congrio dorado de la zona sur-austral (Tascheri *et al.*, 2003).

## **4. Objetivos**

### **4.1. Objetivo General**

Determinar parámetros biológico-pesqueros del recurso congrio dorado explotado por el sector pesquero artesanal al norte de la unidad de pesquería sur austral (al norte del paralelo 41°28,6' S).

### **4.2. Objetivo Específicos**

- 4.2.1. Caracterizar la flota pesquera artesanal que opera en la pesquería de congrio dorado al norte del paralelo 41°28,6' S, así como el régimen operacional de ésta.
- 4.2.2. Caracterizar el stock de congrio dorado explotado al norte de la unidad de pesquería sur austral, respecto a su distribución espacial y estructura poblacional.
- 4.2.3. Estimar parámetros de historia de vida de congrio dorado al norte de la unidad de pesquería sur austral.

## 5. Metodología de trabajo

### 5.1. Consideraciones del diseño de muestreo

Para establecer el diseño original de muestreo de la flota artesanal que opera sobre congrio dorado y el diseño de muestreo de aspectos biológicos se consideró el registro histórico de desembarques anuales de congrio dorado. El recurso congrio dorado ha sido capturado desde 1975 por las flotas industrial y artesanal, principalmente en la zona sur austral de Chile. Desde 1980 se dispone de registros de captura de congrio dorado por buques fábrica que han operado en la zona sur austral (Fig. 2). En el periodo desde 1986 hasta 1991 ocurrieron los mayores desembarques, principalmente debido a la flota de buques fábrica. A partir de la década de los años 1990 el desembarque total de congrio dorado muestra una tendencia sostenida a la baja, particularmente en el caso de la flota industrial y buques fábrica.

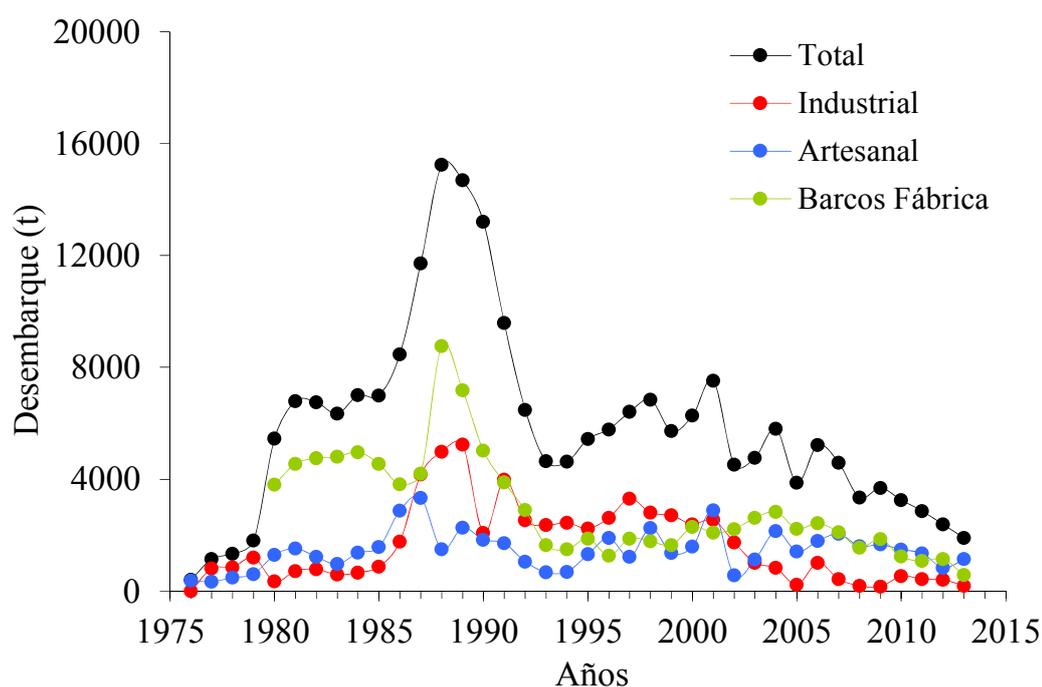


Fig. 2. Desembarque histórico de congrio dorado en Chile por flota. Período: 1975 a 2013.

El desembarque artesanal anual ha exhibido amplia variación histórica, aunque también con tendencia decreciente (Fig. 3). El desembarque promedio anual para el periodo 2011 a 2013 correspondió a 1.107 toneladas por año; mientras que el promedio registrado desde 2001 hasta 2010 fue de 1.673 toneladas anuales, lo que corresponde a una reducción de 34% en 10 años. Respecto del aporte a las capturas por región, la VIII y el conjunto XIV-X Regiones han sido las principales a nivel nacional. Para el periodo en 2011, 2012 y 2013, el desembarque artesanal promedio de congrio dorado en orden de importancia fue el siguiente: X Región (384 toneladas/año), VIII Región (233 toneladas/año) y XIV Región (171 toneladas/año).

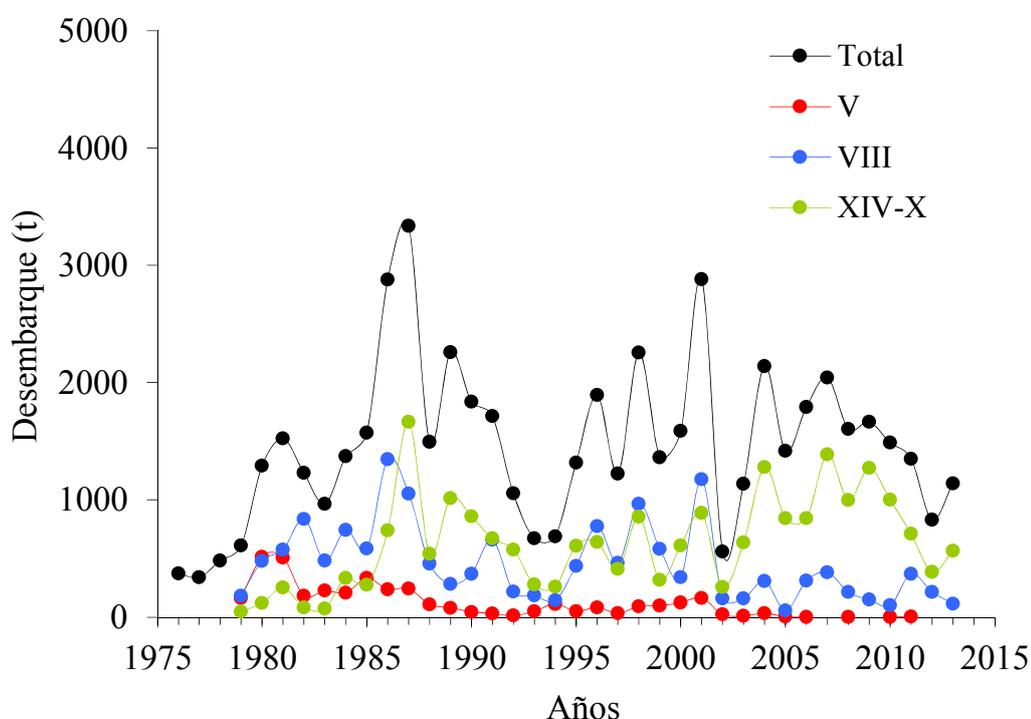


Fig. 3. Desembarque anual artesanal de congrio dorado en las principales regiones administrativas de Chile. Período: 1975 a 2013.

Luego que la propuesta técnica del proyecto FIP 2013-28 fue adjudicada e informada a la Universidad de Concepción (noviembre de 2013), el equipo técnico coordinó reuniones internas en noviembre y diciembre de 2013 para acordar la estrategia para la identificación y acercamiento a la flota artesanal. El esquema general de esta estrategia se resume en:

- contactos oficiales con el Servicio Nacional de Pesca de las Regiones VIII, XIV y X;
- contactos oficiales con representantes de organizaciones de pescadores artesanales de las Regiones VIII, XIV y X;
- contacto oficial con armadores artesanales de las Regiones XIV y X vía nexos previos con parte del personal técnico del proyecto;
- solicitud de bases de datos a SernaPesca con la identificación de embarcaciones que declararon desembarque de congrio dorado en las Regiones VIII, XIV y X. Los nombres de las embarcaciones fueron utilizados para la búsqueda del nombre de armadores artesanales mediante la plataforma de SernaPesca; y,
- coordinación de reuniones con dirigentes y armadores artesanales.

Estas actividades fueron desarrolladas desde diciembre de 2013 hasta enero de 2014. Se constató que las lanchas artesanales que efectivamente destinan esfuerzo de pesca a la captura de congrio dorado como especie objetivo se concentraban en las Regiones XIV y X. En la XIV Región se obtuvo el apoyo del Sindicato de Trabajadores Independientes y Pescadores Artesanales de Caleta Amargo (Corral), mientras que en la X Región el contacto fue una familia de pescadores artesanales de Carelmapu, quienes no pertenecían ninguna a organización de pescadores artesanales. En puertos de la VIII Región (Talcahuano, San Vicente y Lebu) no se identificó a armadores artesanales que operaran sobre congrio dorado, aunque las estadísticas pesqueras informan desembarques. Este escenario obligó a concentrar el levantamiento de información en las localidades mencionadas de las Regiones X y XIV.

Otro elemento no menor que impactó el desempeño operacional de este proyecto fue el establecimiento de cuotas de captura regionales en 2014 al norte del paralelo 41°28,6' S. El Decreto Exento N° 23, de 22 de enero de 2014, ordenó una cuota anual de 105 toneladas desde la V Región a la X Región (al norte de 41°28,6'S). Específicamente, la cuota de captura para la XIV Región fue de 36 toneladas (4 toneladas como fauna acompañante), mientras que para la X Región (al norte del 41°28,6'S) fue de 6 toneladas (1 tonelada como fauna acompañante). Este nuevo escenario afectó severamente la temporalidad para el levantamiento de información biológico-pesquera en este proyecto, en especial del seguimiento del ciclo reproductivo de hembras de congrio dorado.

## **5.2. Objetivo Específico 1**

Caracterizar la flota pesquera artesanal que opera en la pesquería de congrio dorado al norte del paralelo 41°28,6' S, así como el régimen operacional de ésta.

### **5.2.1. Caracterización de la flota pesquera**

Se registró características geométricas, funcionales y operacionales de lanchas artesanales (lanchas a motor, L/M) para caracterizar la flota y determinar las principales relaciones entre tales características de las naves que participan de la extracción de congrio dorado. Se obtuvo la información mediante encuestas realizadas como trabajo de campo con los patrones de pesca en los principales puertos, análogamente a los procedimientos desarrollados por Arancibia *et al.* (1995), para el caso de la caracterización de la flota industrial de cerco de Chile central. Tal esquema de trabajo fue aplicado luego por Acuña *et al.*, (1995) y Acuña *et al.*, (1996) para la caracterización de la flota arrastrera camarонера/langostinera de Coquimbo.

Para la caracterización de la flota artesanal de lanchas que captura congrio dorado (años 2009 a 2012) solo fue posible encuestar a armadores de Valdivia-Corral (XIV Región) y Carelmapu (X Región) debido a la negativa de dirigentes de las otras localidades a entregar información de lanchas individuales, aunque se realizó innumerables esfuerzos para tratar de revertir esta actitud. Posteriormente se logró encuestar lanchas del puerto de Lebu (VIII Región del Biobío), lo que se logró apelando a la confianza mutua con dirigentes de pescadores artesanales por trabajos comunes previos en otros proyectos, lo que se destaca para revelar las dificultades que existen en este tipo de proyectos cuando se trata de levantar información seria, fidedigna y estadísticamente confiable, lo que no es trivial y debe ser adecuadamente procesado por los evaluadores, los miembros del CIP, autoridades y profesionales de la SubPesca.

## 5.2.2. Análisis de la información

### 5.2.2.1. Caracterización de la flota artesanal

La flota artesanal que opera sobre el recurso congrio dorado es analizada en sus características físicas siguiendo a Arancibia *et al*, (1995), para lo que se consideró variables generales, geométricas, funcionales y operacionales tales como:

- (i) Características generales:
  - año de construcción
  - número de acomodaciones
- (ii) Características geométricas:
  - eslora máxima (m)
  - manga máxima (m)
  - puntal de construcción (m)
  - tonelaje de registro grueso (ton)
- (iii) Características funcionales:
  - capacidad de bodega (m<sup>3</sup>)
  - capacidad de combustible (litros)
  - velocidad máxima (nudos)
  - potencia continua del motor principal (Hp)
  - consumo del motor principal en velocidad de crucero (litros)
- (iv) Características operacionales
  - sistema de pesca
  - dimensiones máximas del aparejo/arte de pesca (línea madre y orinques)
  - número de espineles y su tamaño
  - tiempos promedio de reposo
  - número de días promedio en viaje de pesca

### **5.2.2.2. Análisis de las características físicas entre sí**

Las características físicas de las lanchas son analizadas mediante regresiones entre pares de variables, en la búsqueda de los mejores ajustes, considerando relaciones de variables geométricas entre sí y operacionales entre sí.

### **5.2.2.3. Estratificación de la flota**

De acuerdo con Shimada & Schaefer (1956), se puede utilizar variables físicas como la capacidad de bodega ( $m^3$ ) para categorizar a las embarcaciones pesqueras por tamaños o a través de variables como la eslora (m). Siguiendo a Arancibia *et al.* (1995), se indagó en la estratificación de las naves artesanales que han capturado congrio dorado a través de un Análisis Discriminante Múltiple (ADM), el que utiliza como variables dependientes las características físicas de las naves y como variable clasificatoria *a priori* el límite de 12 m de eslora, que define *sensu stricto* el límite de las embarcaciones artesanales que en lo sucesivo denominamos “menores” de las lanchas “mayores”. Se espera probar si esta separación concuerda en el espacio multi-dimensional del ADM, confirmando la separación *a priori* o re-clasificando las naves. Las razones para indagar en la estratificación de las embarcaciones en grupos internamente homogéneos son: (1) reducir sesgos en tratamientos posteriores de la información debido a la distribución diferencial del esfuerzo de pesca; y, (2) reducir la varianza de los estimadores (Polacheck, 1989). Además, este procedimiento se realiza para satisfacer el supuesto que, en las mediciones de esfuerzo que se realice, aquel debe ser medido en unidades homogéneas (Taylor & Prochaska, 1985).

### **5.2.3. Identificación de caladeros históricos**

Para la identificación de caladeros históricos de congrio dorado al norte de  $41^{\circ}28,6'S$  se consultó a pescadores artesanales con trayectoria (más de 10 años) en la explotación de dicho recurso pesquero. Se solicitó a los informantes que identificaran en una carta náutica los lugares donde ellos históricamente han realizado pesca, los que son presentados más adelante en este informe.

### 5.3. Objetivo Específico 2

Caracterizar el stock de congrio dorado explotado al norte de la unidad de pesquería sur austral, respecto a su distribución espacial y estructura poblacional.

#### 5.3.1. Análisis espacio-temporal del esfuerzo y rendimiento de pesca

Toda especie ocupa un determinado lugar en el espacio y muchas de ellas se distribuyen en un amplio rango geográfico con distintos niveles de abundancia y/o densidad. En el caso de los recursos pesqueros actuales o potenciales es de interés delimitar aquellas áreas donde la densidad poblacional es atractiva desde el punto de vista del pescador. Estas áreas son llamadas caladeros o zonas de pesca (Rothschild & Suda, 1977). De aquí que la actividad pesquera extractiva se base en la operación regular y sistemática en tales zonas de pesca, las que frecuentemente son reconocidas debido a la propia actividad histórica, transmitiéndose la información entre generaciones. En este proyecto la posible identificación de caladeros de pesca se realiza integrando información de lances de pesca positivos a partir de información de bitácoras de pesca e incorporadas al Sistema de Información Geográfico (SIG).

#### 5.3.2. Composición y cuantificación de la fauna acompañante

A partir de los muestreos de campo se registra la fracción específica mensual de la fauna acompañante en las embarcaciones muestreadas. Por lo tanto, la captura específica en peso ( $C_{sb}$ ) proviene del cociente entre el desembarque total de cada embarcación muestreada ( $C_b$ ) y la fracción específica en esa embarcación ( $P_{sb}$ ), esto es,

$$C_{sb} = C_b P_{sb}$$

Los desembarques mensuales de la especie  $s$  ( $C_{si}$ ) de la fauna acompañante corresponden a la sumatoria de los desembarques por embarcación, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$C_{si} = \sum_{b=1}^t C_{sb}$$

donde  $C_{si}$  es el desembarque de la especie  $s$  en el mes  $i$ ;  $C_{sb}$  es el desembarque de la especie  $s$  de la nave  $b$ .

### 5.3.3. Composición de tamaños en las capturas

#### 5.3.3.1. Tamaño mínimo de muestra de la estructura de tallas

Para obtener la estructura mensual de tallas del stock de congrio dorado se obtuvo muestras a bordo de las lanchas artesanales. La definición del tamaño de muestra derivó de un muestreo piloto de tamaños con el que se calculó el coeficiente de variación de la longitud total ( $CV_{(LT)}$ ). Luego, siguiendo a Cochran (1977), se estimó un tamaño mínimo de muestra mensual para registros de longitud total (LT, cm), siendo el tamaño muestral de  $n \geq 172$  ejemplares.

#### 5.3.3.2. Composición de tallas en las capturas

La composición por tallas mensuales en las capturas en número se determina de acuerdo a la suma de las frecuencias de tallas obtenidas de cada embarcación muestreada en el mes. Sin embargo, debido a que algunas naves podrían operar en áreas en que la estructura de tallas de congrio dorado sea distinta a la estructura de tallas de otras naves operando en otras áreas, entonces a la frecuencia de tallas de cada nave muestreada se le asigna un ponderador que está dado por la razón entre la captura de la nave muestreada y el peso de la muestra medida, esto es,

$$FP_i = \frac{C_i}{WM_i}$$

donde  $FP_i$  es el factor ponderador para las frecuencias de tallas que se estima de la nave  $i$ ,  $C_i$  es la captura (toneladas) de la nave  $i$  muestreada,  $WM_i$  es el peso de la muestra obtenida de la nave  $i$ . Por lo tanto, la frecuencia mensual a una longitud dada está dada por la siguiente expresión:

$$f_{t,j} = \sum_{i=1}^n f_{i,t,j} \cdot FP_i$$

donde  $f_{t,j}$  es la frecuencia de la longitud  $j$  en el mes  $t$ ;  $f_{i,t,j}$  es la frecuencia de la longitud  $j$  en el mes  $t$  de la nave  $i$ ;  $FP_i$  es el factor ponderador para la nave  $i$ ;  $n$  es el número total de frecuencias de tallas obtenidas durante el mes  $t$ .

#### 5.3.4. Relación talla-peso

Algunos tópicos básicos a registrar en estudios de biología de poblaciones de cualquier recurso pesquero son la longitud y el peso de los individuos colectados. Ambas variables permiten caracterizar parcialmente al stock, como es el caso de la estructura de tamaños (o peso) o determinar la relación longitud-peso específica. Algunos de los usos de la relación longitud-peso en la investigación pesquera son: (i) permitir la conversión de la longitud de un individuo a peso o viceversa; (ii) estimar el peso medio de los ejemplares de una clase de longitud dada (Beyer, 1987); (iii) convertir la ecuación de crecimiento en longitud en una ecuación de crecimiento en peso; (iv) predecir el peso a la edad, por ejemplo, en modelos de rendimiento por recluta; (v) comparar morfológicamente entre poblaciones de una misma especie; y, (vi) estimar la biomasa de una población edad o talla-estructurada a partir del número de individuos sobrevivientes (abundancia en número).

La relación longitud-peso en la mayoría de las especies marinas está definida por una ecuación de tipo potencial (medida con error) de la forma:

$$w = aL^b + \varepsilon$$

donde  $w$  es el peso (g);  $L$  es la longitud (cm o mm);  $a$  y  $b$  son constantes;  $\varepsilon$  es la medida de error. El método de estimación de los parámetros de la relación longitud-peso consiste en Mínimos Cuadrados No Lineales (MCNL) que se basa en minimizar la suma de los errores cuadráticos.

## **5.4. Objetivo Específico 3**

Estimar parámetros de historia de vida de congrio dorado al norte de la unidad de pesquería sur austral.

### **5.4.1. Entrenamiento de técnicos muestreadores**

Para el registro de información biológica de campo que permita determinar parámetros de historia de vida de congrio dorado, el ciclo reproductivo y la talla media de madurez, se entrenó a personal técnico en laboratorios del Departamento de Oceanografía (Universidad de Concepción).

### **5.4.2. Diseño de muestreo y tamaño de muestra**

El diseño de muestreo para obtener indicadores biológico-reproductivos consistió en coleccionar muestras aleatorias regulares de congrio dorado a bordo de lanchas durante la época de pesca comercial, complementada con muestreos en el marco de una pesca de investigación asignada a la Universidad de Concepción. Esta alternativa fue seleccionada debido a que una de las prácticas habituales de operación a bordo es eviscerar a los peces capturados en zona de pesca, con la consecuente imposibilidad de determinar luego el sexo y la condición reproductiva de los ejemplares congrio dorado en puertos de desembarque. Entonces, el registro del tamaño, peso total, sexo, estado de madurez (macroscópico), peso eviscerado y extracción de gónadas en ejemplares de congrio dorado se efectuó a bordo y en zona de pesca. El registro del peso de las estructuras reproductivas se realizó en el puerto de desembarque, después que las embarcaciones recalaron. Por imposibilidad de transportar solución de formaldehído (formalina) a bordo de las lanchas artesanales (riesgos de contaminación de la materia prima), entonces las estructuras reproductivas fueron almacenadas en contenedores (coolers) a baja temperatura.

El tamaño de muestra depende del indicador reproductivo que se quiere determinar y su procedencia. En el caso de indicadores macroscópicos (e.g. madurez macroscópica, índice gonadosomático), el tamaño de muestra corresponde a 150 ejemplares elegidos aleatoriamente durante el total de embarques mensuales. Como se explicó en el numeral 5.1, la actividad

extractiva artesanal sobre congrio dorado al norte del paralelo 41°28,6'S ocurrió principalmente al oeste y sur-oeste de Corral (XIV Región). Las lanchas artesanales de esa localidad operaron en parte del año 2014 en esa área geográfica, aunque también visitaron zonas de pesca frente al litoral de las Regiones IX y X. Por el contrario, las lanchas artesanales con puerto base en Carelmapu (X Región) registraron actividad sólo en enero (al sur del 41°28,6'S) y febrero (al norte del 41°28,6'S). Esta configuración en la operación de la flota artesanal que capturó congrio dorado como especie objetivo significó que el registro de los antecedentes reproductivos esté principalmente relacionado con lo que ocurrió en la XIV Región. Sin embargo, se ha optado por integrar toda la información del presente estudio como si de un solo proceso de madurez se tratara debido a lo restringido de los antecedentes colectados en zonas de pesca de la IX y X Regiones, como para que sean analizadas independientemente. En la discusión se aborda los posibles efectos de esta decisión.

Respecto del tamaño de muestra para el seguimiento de la madurez reproductiva en hembras de congrio dorado mediante indicadores microscópicos, el tamaño de muestra efectivo fue cercano a 30 placas por mes, lo que fue incrementado rápidamente por nosotros en septiembre y octubre al registrarse un incremento en la actividad reproductiva; esto es, aumentamos la información en el máximo período reproductivo.

### **5.4.3. Aspectos reproductivos**

#### **5.4.3.1. Proporción sexual**

La proporción sexual es la fracción de sexos en el stock, la que se calcula mensualmente como:

$$Ph_{ij} = \frac{Nh_{ij}}{(Nh_{ij} + Nm_{ij})}$$

donde:  $Ph_{ij}$  es la fracción de hembras en el muestreo efectuado a bordo de la nave artesanal  $i$  en la región  $j$ ;  $Nh_{ij}$  es el número de hembras en el muestreo efectuado a bordo de la nave artesanal  $i$  en

la región  $j$ ;  $N_{mij}$  es el número de machos en el muestreo efectuado a bordo de la nave artesanal  $i$  en la región  $j$ .

#### 5.4.3.2. Escalas de madurez macroscópica

Las hembras de congrio dorado exhiben desoves parciales con patrón de desarrollo ovocitario indeterminado (Machinandiarena *et al.*, 1998; Aguayo *et al.*, 2001), lo que significa que, para una misma hembra en un determinado periodo de tiempo, es posible encontrar varias tandas de ovocitos en distintos estados de desarrollo, incluyendo desde oocitos inmaduros hasta folículos postovulatorios. Para identificar el estado de madurez macroscópica en hembras y machos de congrio dorado se utilizó las escalas construidas para la especie por Aguayo *et al.* (2001), distinguiendo 5 estadios de desarrollo (Tabla 1 para hembras; Tabla 2 para machos).

Tabla 1. Escala macroscópica de madurez de hembras de congrio dorado. Tomada de proyecto FIP 1999-15 (Aguayo *et al.*, 2001).

Estadio	Denominación	Caracterización histo-morfológica
1	Inmaduro	Ovario pequeño; en los ovarios virginales presenta aspecto filiforme y en una fase más avanzada presenta una sección tubular, aplanada, de menor anchura en los extremos. Color blanco marfil. Diámetro menor que 0.3 milímetros.
2	En maduración	Ovario de tamaño mediano, de menor anchura en el extremo posterior; color rosado. Está cubierto por una membrana resistente, lisa. Se observan lamelas ovígeras (racimos con ovocitos) a simple vista. Diámetro mayor que 0.3 milímetros.
3	Maduro	Ovario grande, turgesciente, de color rosado o amarillo pálido. Está cubierto por una membrana resistente, lisa; no hay secreción mucosa o muy escasa. Ovocitos de diámetro menor que 0.9mm. Corresponde a la fase previa a la hidratación de los ovocitos. Este estadio incluye a los ovarios que han experimentado un desove parcial reciente.
4	En desove	Ovario de gran tamaño, turgesciente, con ovocitos hidratados. Está cubierto por una membrana resistente, lisa; contiene gran cantidad de mucus transparente. Color amarillo claro. Los ovocitos fluyen libremente al presionar el abdomen de la hembra; diámetro de los ovocitos mayor que 0.9milímetros.
5	Desovado y en regresión	Ovario de menor turgencia, color amarillo claro a rosado. Lamelas ovígeras visibles, de aspecto flácido. Ovocitos en número reducido en proceso de reabsorción. Al final de este estadio, el ovario adquiere un color rosado, con una mayor turgescencia.

Tabla 2. Escala macroscópica de la madurez de machos de congrio dorado. Tomada de proyecto FIP 1999-15 (Aguayo *et al.*, 2001).

Estadio	Denominación	Caracterización histo-morfológica
1	Inmaduro	Testículos pequeños, aplanados, con bordes lisos; color amarillo pálido.
2	En maduración	Testículos de pequeño tamaño, de mayor grosor que en la región anterior. Color amarillo pálido, Al presionar no fluye líquido blanco.
3	Maduro	Testículos de tamaño mediano, con lóbulos engrosados y con un ligero aumento en longitud. Color blanco opaco. Al presionar fluye líquido blanco opaco, viscoso.
4	En desove	Testículos han aumentado en longitud y grosor; de color blanco marfil; al presionar fluye semen de color blanco, lechoso.
5	Desovado y en regresión	Testículos de color blanco amarillento. Al presionar no fluye semen o sólo en escasa cantidad. A medida que avanza el grado de regresión, disminuye el grosor y el tamaño de los lóbulos.

Para el seguimiento de la condición reproductiva se utilizó la frecuencia de los estadios de madurez sexual macroscópicos en ambos sexos de congrio dorado, por región y mes, según el siguiente indicador:

$$EMS_{ij} = \frac{EMS_i}{\sum_{i=1}^n EMS_j}$$

donde  $EMS_{ij}$  es la fracción del  $i$ -ésimo estado de madurez en la región  $j$ ;  $EMS_j$  es la totalidad de ejemplares muestreados en la región.

#### 5.4.3.3. Índice Gonadosomático

El índice gonadosomático (IGS) expresa cambios observados en el peso de la gónada, como consecuencia del proceso de maduración, debido a que el individuo destina parte de la energía obtenida mediante el consumo de alimento al crecimiento de estructuras reproductivas. El periodo reproductivo se determinó según la evolución mensual del IGS tanto en hembras como en machos. El estimador del IGS ( $\widehat{IGS}$ ) se define según la siguiente expresión:

$$\widehat{IGS} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{PG_i}{PT_i - PG_i} \cdot 100}{n}$$

donde:  $PG_i$  es el peso de la gónada  $i$  (g);  $PT_i$  es el peso total corporal del individuo  $i$  (g). La varianza se define según la siguiente expresión:

$$\hat{V}(\widehat{IGS}) = \frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (IGS_i - \overline{IGS})^2$$

#### 5.4.3.4. Análisis microscópico

Los ovarios colectados a bordo de lanchas artesanales fueron mantenidos en bolsas plásticas etiquetadas y a baja temperatura hasta la recalada en el puerto de desembarque, donde fueron almacenadas en solución de formalina comercial neutra al 10%. Posteriormente las muestras fueron transportadas al laboratorio en la Universidad de Concepción.

El análisis microscópico de gónadas de congrio dorado se realizó en cortes histológicos de 10  $\mu\text{m}$  mediante técnicas convencionales. Se preparó el tejido de la sección central del ovario, el que fue incluido en histosec y sometido a tinción hematoxilina-eosina. Para la determinación de los estados de madurez ovárica se siguió a Aguayo *et al.* (2001), quienes reconocen los estados inmaduro, en maduración, maduro, en desove y desovado (en regresión) (Tabla 3).

De acuerdo con los criterios propuestos por Tascheri *et al.* (2003), la evolución temporal de la condición reproductiva se analizó mensualmente a través de la incidencia de los diferentes estadios de madurez sexual (EMS). En el caso de las hembras de congrio dorado se consideró como ováricamente activas sólo a aquellas que presentaron algún grado de depósito de vitelo (EMS 2, 3 y 4), diferenciándolas de las inactivas (EMS 1 y 5). Se definió como hembras en desove a aquellas que presentaron la condición de hidratadas (EMS 4) o con presencia de folículos postovulatorios.

Tabla 3. Caracterización histológica de los estadios de madurez sexual de las hembras de congrio dorado. Tomada de proyecto FIP N° 1999-15 (Aguayo *et al.*, 2001).

Estadio	Denominación	Caracterización histomorfológica
1	Inmaduro	Lamelas ovígeras en disposición paralela, desde la cápsula, con abundantes ovocitos de reserva previtelogénicos con vesícula germinativa central multinuclear. Citoplasma basófilo, de aspecto homogéneo.
2	En maduración	Presencia simultánea de ovocitos de reserva y vesiculosos, con manifiesto predominio de ovocitos en inicio de la vitelogénesis exógena, cuya mayor parte del citoplasma presenta finos gránulos eosinófilos. Al final de la etapa aparecen ovocitos cargados de grandes gránulos de vitelo.
3	Maduro	Ovario vitelado, inicialmente los ovocitos predominantes, cargados de grandes gránulos de vitelo, están acompañados de ovocitos inmaduros de reserva y vesiculosos.
4	En desove	La maduración terminal indica presencia de ovocitos con vesícula germinativa migrante e hidratados, acompañados de folículos postovulatorios. Máximo desarrollo de la zona radiata y capa folículo-tecal.
5	Desovado y en regresión	Lamelas ovígeras distendidas con grandes espacios ocupados por tejido conjuntivo. Predominan los ovocitos inmaduros de reserva y vesiculosos. Presencia de folículos y ovocitos vitelados residuales o atrésicos. Macrófagos y linfocitos dispersos en el parenquima. Vasos dilatados. La organización histológica es similar al estadio 1, pero se diferencia en que este estadio presenta lamelas flácidas, de mayor longitud y diámetro.

#### 5.4.3.5. Talla media de madurez

El propósito de determinar la talla media de madurez en recursos pesqueros se debe a que, frecuentemente, se la utiliza como una de las primeras medidas de referencia para regular la actividad extractiva. La idea es asegurar una cantidad tal de reproductores capaces de producir una cantidad de huevos suficiente para que el stock se mantenga (Caddy & Mahon, 1995).

##### i) Método del incremento relativo en el Índice Gonadosomático

Este método fue desarrollado por Grimes (1976 *vide* Finucane & Collins, 1984) y fue aplicado por Alarcón & Arancibia (1993) a datos de hembras de merluza común (*Merluccius gayi*), y considera el uso del aumento relativo de los valores del Índice Gonadosomático (IGS), agrupado y promediado por clases de talla en hembras durante el período de máxima actividad

reproductiva. El mayor incremento relativo en el IGS entre clases de tallas sucesivas indica el intervalo de tallas en que se expresa la madurez media gonadal del stock. Se agrupó a las hembras en clases de tamaño de 5,0 cm de LT y se obtuvo el promedio del IGS para cada clase de talla. El incremento relativo del índice gonadosomático (IR.IGS) se estima de acuerdo a la siguiente expresión:

$$IR.IGS = \frac{(IGS_{j+1} - IGS_j)}{IGS_j} * 100$$

donde:  $IGS_j$  es el IGS promedio de la clase de talla  $j$ ;  $IGS_{j+1}$  es el IGS promedio de la clase de tallas inmediatamente superior.

## ii) Ajuste de modelo logístico mediante máxima verosimilitud

Este procedimiento se basa en el ajuste de un modelo logístico a la fracción de ejemplares maduros de cada clase de talla, definidos de acuerdo a escalas de madurez macroscópicas o microscópicas, mediante el uso de métodos de remuestreo computacional para estimar intervalos de confianza para la talla media de madurez del 50%, y otros intervalos de talla si se deseara (Roa *et al.*, 1999). Las variables que se utilizó en el ajuste del modelo de madurez son la talla del pez y su estado de madurez, el cual puede ser maduro o inmaduro. Debido a la naturaleza dicotómica de la variable respuesta, entonces los errores del modelo se distribuyen binomial. La siguiente función logística es una consecuencia del supuesto de una relación lineal entre el logaritmo del puntaje logit y una combinación lineal de las variables predictoras (Hosmer & Lemeshow, 1989; Shanubhogue & Gore, 1987):

$$P(l) = \frac{\beta_1}{1 + e^{\beta_2 + \beta_3 l}}$$

donde:  $P(l)$  es la proporción que se encuentra madura a la talla  $l$ ;  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  y  $\beta_3$  son los parámetros asintótico, de posición y pendiente, respectivamente. Las estimaciones de estos parámetros, dado un cierto conjunto de datos, se seleccionan desde el punto en el cual el producto de las funciones

de densidad binomiales es máximo, o sea, cuando el valor negativo de la función logarítmica de verosimilitud es mínimo, esto es:

$$-\ell(\beta_1, \beta_2, \beta_3) = -C \sum [(h) \ln(P(l)) + (1 + h) \ln(1 - P(l))]$$

donde:  $h$  es una variable dicotómica ( $h=1$  es maduro,  $h=0$  es inmaduro);  $P(l)$  es la fracción de hembras maduras a la talla  $l$ ;  $C$  es una constante que no afecta la estimación, y la sumatoria se realiza sobre todas las observaciones. Dada la naturaleza no lineal de las ecuaciones normales, entonces el mínimo se encuentra mediante un algoritmo de iteración Quasi-Newton. El resultado del ajuste del modelo en la ecuación de  $P(l)$ , con su función objetivo  $-\ell(\beta_1, \beta_2, \beta_3)$ , es un vector de estimadores de parámetros y una matriz de covarianza que representa la incerteza asociada a ellos. De esta manera se determina una función de madurez a la talla y su rango de incerteza.

Invirtiendo variables en el modelo de madurez logístico se obtiene la talla al  $P\%$  de madurez según la siguiente expresión:

$$l_{p\%} = \frac{1}{\beta_3} \ln \left[ \frac{1}{P} \right] - \frac{\beta_2}{\beta_3}$$

y en particular cuando  $P\%=50\%$  se tiene que:

$$l_{p\%} = -\frac{\beta_2}{\beta_3}$$

Considerando que las fuentes de error en la estimación de  $l_{p\%}$  son los estimadores de los parámetros  $\beta_2$  y  $\beta_3$ , que éstos tienen distribución normal asintótica y que están negativamente correlacionados, con media igual al parámetro poblacional y varianza dada por su matriz de covarianza (Johansen, 1984; Chambers, 1977), entonces se puede obtener una distribución empírica de probabilidad para  $l_{p\%}$  por remuestreo Monte Carlo desde una distribución normal bivariada para el vector  $[\beta_2, \beta_3]$ . De la distribución empírica se obtiene los cuantiles de 2,5% y 97,5% de probabilidad mediante el método bootstrap percentil (Efron & Tibshirani 1993), constituyendo, de esta manera, el intervalo de confianza del 95%. El algoritmo de remuestreo

(MATSIM) realiza toda la operación, utilizando la teoría lineal para la relación entre los estimadores de  $\beta_2$  y  $\beta_3$  (Draper & Smith 1981).

En el algoritmo MATSIM se muestrea libremente de un estimador de parámetro (por ejemplo,  $\beta_2$ ) en cada iteración Monte Carlo, y el otro parámetro se calcula utilizando las siguientes expresiones:

$$\begin{aligned}\beta_{3,j} &= \hat{\beta}_3 - \hat{r}_{\beta_2,\beta_3} \left[ \frac{\hat{S}_{\beta_3}}{\hat{S}_{\beta_2}} \right] \hat{\beta}_2 + \hat{r}_{\beta_2,\beta_3} \left[ \frac{\hat{S}_{\beta_3}}{\hat{S}_{\beta_2}} \right] \beta_{2,j} \\ &= \hat{\beta}_3 + \hat{r}_{\beta_2,\beta_3} \left[ \frac{\hat{S}_{\beta_3}}{\hat{S}_{\beta_2}} \right] [\beta_{2,j} - \hat{\beta}_2]\end{aligned}$$

En cada iteración el algoritmo MATSIM selecciona un valor de  $\beta_2$  desde la distribución normal de probabilidades definida por su estimador y su error estándar, y luego calcula la media de  $\beta_3$ .

La varianza del estimador de  $\beta_3$  es la varianza debida a la relación lineal con  $\beta_2$ , más una varianza residual no explicada por la relación. La varianza debida a la relación lineal se transfiere directamente desde  $\beta_2$  a  $\beta_3$  a través del remuestreo Monte Carlo de  $\beta_2$  y el cálculo de  $\beta_3$ . La varianza residual debe sumarse en cada iteración utilizando la siguiente expresión:

$$\hat{S}_{\beta_3,residual}^2 = \hat{S}_{\beta_3}^2 (1 - \hat{r}_{\beta_2,\beta_3}^2)$$

donde:  $r^2$  es la proporción de la varianza debida a la relación lineal. El algoritmo MATSIM utiliza las últimas dos ecuaciones para definir una distribución normal de probabilidades y realizar una simulación Monte Carlo restringido para obtener  $\beta_3$ .

El remuestreo se repite en 5.000 iteraciones, con lo que obtiene una buena representación de la distribución empírica de probabilidades de  $l_{p\%}$ . El intervalo de confianza para  $l_{p\%}$  se obtiene utilizando el método bootstrap-percentil, es decir, ordenando los  $l_{p\%,j}$  de menor a mayor y tomando los valores ubicados en  $N_{(\alpha/2)}$  y en  $N_{(1-\alpha/2)}$ , donde  $N$  es el número de iteraciones, como los límites superior e inferior del intervalo de confianza del  $100(1-\alpha)\%$ . La estimación Monte Carlo de  $l_{p\%}$  es el valor correspondiente a la mediana (posición n°  $N/2$  en el grupo ordenado de

iteraciones) de los  $I_{P\%,j}$ . Finalmente, tomando  $P=0,5$  puede obtenerse la talla mediana de madurez y su intervalo de confianza. Al tomar diversos valores para  $P$  (de 10% a 90%) puede obtenerse un intervalo de confianza para toda la curva de madurez a intervalos discretos. Si la distribución de las variables madurez es normal, entonces la mediana, media y moda deben coincidir.

#### 5.4.3.6. Estimación de la fecundidad

Para la estimación de la fecundidad en congrio dorado el procedimiento implementado fue el siguiente:

- obtención de muestras y almacenamiento a baja temperatura de estructuras reproductivas a bordo de lanchas artesanales;
- pesaje de ovarios en puerto de desembarque y almacenamiento en formalina tamponada al 10%;
- traslado de muestras desde puertos de descarga hasta en laboratorio en la Universidad de Concepción;
- extracción de tejido ovárico para análisis histológico;
- a partir de la lectura microscópica y la detección de hembras hidratadas (Estado 4), se obtuvo submuestras del tejido ovárico desde tres segmentos (anterior, media y superior);
- pesaje de submuestras en balanza analítica con precisión 0,0001 g; y,
- conteo de ovocitos hidratados en estereoscopio. En este punto el protocolo inicial propuesto fue modificado pues, al observar tejido gonádico directamente con estero microscopio, no fue posible distinguir oocitos en estado hidratado, lo que entendemos fue el resultado de un prolongado tiempo en que el tejido ovárico permaneció en formalina al 10%. Alternativamente se continuó con lo siguiente procedimiento:
- cada submuestra del ovario (anterior, media y superior) se almacenó separadamente en frascos plásticos de 15 ml de capacidad con solución Gilson, según lo indicado por Villamil-Moreno *et al.* (2011), lo que permite digerir el estroma ovárico sin afectar la integridad de los ovocitos;
- durante 20 días los frascos con las submuestras fueron agitados fuertemente para facilitar la liberación de los ovocitos;

- los ovocitos liberados fueron tamizados en malla de 1.000 micras y posteriormente contabilizados con uso de estéreo microscopio. De acuerdo con Machinandiarena *et al.* (1998), los ovocitos hidratados alcanzan un diámetro de 900 micras, por lo que el uso de un tamiz de 1.000 micras asegura que la totalidad de los ovocitos contabilizados corresponda a ovocitos hidratados; y,
- se utilizó el número promedio de ovocitos hidratados de las tres submuestras (metodología descrita por Hunter *et al.*, 1985) para estimar el número total de ovocitos hidratados del ovario (fecundidad parcial), según la siguiente expresión:

$$\bar{F}_t = W_i \cdot \bar{n}$$

donde:  $\bar{F}_t$  es la fecundidad parcial (número total de ovocitos hidratados en el ovario);  $W_i$  es el peso húmedo del ovario (g);  $\bar{n}$  es el número promedio de ovocitos hidratados por gramo de submuestra.

#### 5.4.4. Mortalidades

Existen varios métodos que permiten estimar las tasas de mortalidad total ( $Z$ ) para un stock sometido a explotación pesquera (Robson & Chapman, 1961; Ricker, 1975), sea utilizando la distribución de frecuencia de tallas o el método de frecuencia estacionaria de la edad. Con una estimación independiente de la mortalidad por pesca ( $F$ ) es posible aproximarse a la mortalidad natural ( $M$ ).

Por otra parte, existen estimaciones empíricas o métodos indirectos (Caddy, 1984; Cobb & Caddy, 1989), los que sugieren que valores de mortalidad natural pueden ser obtenidos a partir de mediciones de temperatura y con estimaciones de los parámetros de la función de crecimiento asintótico de von Bertalanffy del stock estudiado (Pauly, 1980).

La mortalidad natural ( $M$ ) de congrio dorado se estimó mediante métodos bioanalógicos previamente seleccionados, los que se basan principalmente en parámetros de historia de vida de la especie objetivo tales como  $K$ ,  $L_\infty$ , talla media de madurez ( $L_{50\%}$ ), longevidad ( $t_{max}$ ) u otros

(Beverton, 1963; Rikhter & Efanov, 1976; Hoening, 1983), pudiendo también incluir variables abióticas como la temperatura media del hábitat para peces marinos (Pauly, 1980). Los métodos bioanalógicos tienen la ventaja de requerir poca información para realizar la estimación de mortalidades, mientras que como desventajas destacan la incertidumbre asociada a los parámetros de historia de vida y a los modelos utilizados. Para este trabajo se seleccionó cinco modelos para la estimación de  $M$  en congrio dorado, los que se presenta a continuación.

#### 5.4.4.1. Mortalidad natural ( $M$ )

- **Modelo de Pauly (1980)**

Se relaciona  $M$  ( $\text{año}^{-1}$ ) con la longitud asintótica ( $L_{\infty}$ , cm), la tasa instantánea de crecimiento individual ( $K$ ;  $\text{año}^{-1}$ ) y la temperatura promedio anual del hábitat ( $T$ ;  $^{\circ}\text{C}$ ), la cual, para este trabajo, fue extraída desde una distribución uniforme entre 8 y 14  $^{\circ}\text{C}$ , rango más probable de temperatura en el hábitat del stock, dependiendo del período del año. La expresión del modelo de  $M$  en Pauly (1980) es la siguiente:

$$\log_{10}(M) = -0.0066 - 0.279\log_{10}(L_{\infty}) + 0.6543\log_{10}(K) + 0.4634\log_{10}(T)$$

- **Modelo de Jensen (1996)**

Este autor obtiene, desde la segunda invariante de Beverton & Holt (Charnov, 1993), una relación entre  $M$  y  $K$ , cuya expresión es la siguiente:

$$\frac{M}{K} = 1,50$$

- **Modelo de Alverson & Cartney (1975)**

Este método consiste básicamente en una readecuación de la expresión que se utiliza para estimar la edad crítica o edad de máxima biomasa ( $t^*$ ) de una cohorte (Csirke, 1980), cuando se ignora  $t_0$ , esto es, cuando  $t_0 = 0$  se tiene que

$$t^* = \frac{1}{K} \ln \left( \frac{3K}{M} + 1 \right)$$

De cuya expresión se obtiene

$$M = \frac{3K}{e^{Kt^*} - 1}$$

donde la constante 3 corresponde al exponente isométrico de la relación longitud-peso ( $b = 3$ ). Alverson & Carney (1975) sugieren utilizar  $t^* = 0,38 T_{m\acute{a}x}$ .

- **Modelo de Alagaraja (1984)**

Este método supone que el ciclo natural de vida de una especie (o longevidad) se alcanza cuando el 99% de una cohorte ha muerto sólo por causas naturales. De esta manera,  $M$  correspondiente al 1% de los sobrevivientes se calcula como:

$$M = \frac{\ln(0,01)}{T_{m\acute{a}x} - T_r}$$

donde:  $T_{m\acute{a}x}$  corresponde a la longevidad máxima o teórica;  $T_r$  es la edad de reclutamiento.

- **Modelo de Taylor (1960)**

Alternativamente, y de manera similar al método de Alagaraja (1984), se evalúa  $M$  para 5% de sobrevivientes de una cohorte, según la siguiente expresión:

$$M = \frac{\ln(0,05)}{T_{m\acute{a}x} - T_r}$$

La longevidad o edad máxima teórica ( $T_{m\acute{a}x}$ ) se estima con la ecuación propuesta por Taylor (1960), cuya expresión es:

$$T_{m\acute{a}x} = t_0 + \frac{3}{K}$$

donde  $K$  y  $t_0$  ya fueron definidos previamente.

#### 5.4.4.2. Mortalidad total (Z)

La mortalidad total de congrio dorado se estimó mediante el método bio-analógico de Hoenig (1983) y el método de van Sickle (1977) de la siguiente forma:

- **Método basado en longevidad (Hoenig, 1983)**

La mortalidad total (Z) de congrio dorado se relaciona con la longevidad mediante la siguiente expresión:

$$\ln(Z) = a + b * \ln(t_{max})$$

donde  $a$  y  $b$  son constantes del modelo de Hoenig (1983);  $t_{max} = T_{max}$  fue descrita previamente.

- **Método de van Sickle (1977)**

En este método se utiliza los datos de longitud sin mayores transformaciones debido a que se considera las distribuciones de frecuencias de tamaños. La dinámica de la densidad numérica para el flujo de organismos a través de la distribución de tallas se expresa a través de la siguiente ecuación:

$$\frac{\partial N_{z,t}}{\partial t} + \frac{\partial [g_z N_{z,t}]}{\partial z} = -\mu_z N_{z,t}$$

Si consideramos que la población tiene una función de distribución estacionaria de tamaños, entonces dispondremos de la siguiente ecuación diferencial ordinaria:

$$\frac{d[\ln N_{s_z}]}{dz} = -\frac{[\mu_z + g_z]}{g_z}$$

donde  $N_{z,t}$  es densidad numérica a la talla  $z$  en el tiempo  $t$ ;  $N_{sz}$  es la densidad numérica por tamaño en una situación estacionaria;  $g_z$  es la tasa de crecimiento asintótico;  $\mu_z$  es la tasa de mortalidad total.

Si se conoce los parámetros de la función de crecimiento a la talla y una distribución de frecuencia apropiada, entonces se puede utilizar la siguiente expresión para estimar la mortalidad total a la talla:

$$\mu_j = \frac{1}{N_j} \left[ g_{z_j} (N_{s_{z_j}} - g_{z_{j+1}}) N_{s_{z_{j+1}}} \right]$$

donde  $\mu_j$  es la tasa de mortalidad total para el intervalo de tamaño  $(z_j, z_{j+1})$ ;  $N_j$  es el número total en la clase  $j$ ;  $N_{s_{z_j}}$ ,  $N_{s_{z_{j+1}}}$  son densidades numéricas.

La mortalidad total ( $Z$ ) se estima promediando todas las mortalidades al tamaño, según la siguiente expresión:

$$\hat{Z} = \bar{\mu}_j$$

#### 5.4.4.3. Precisión de la estimación de $M$

La base para el procedimiento sugerido aquí es un tipo de remuestreo bootstrap paramétrico de Efron (1985), el que es evaluado numéricamente mediante ensayos Monte Carlo y que fue aplicado por Cubillos *et al.* (1999) en la estimación de mortalidad natural de merluza común de la zona centro-sur de Chile. El procedimiento consiste en obtener valores alternativos e igualmente probables de la tasa de mortalidad natural ( $M_R$ ), los cuales son generados utilizando una forma paramétrica de la distribución del error, donde  $R = 1, 2, \dots, R_{max}$ , siendo  $R_{max}$  un número relativamente elevado ( $\geq 100$ ). En este estudio se considera  $R_{max} \geq 1000$  para cada modelo empírico; el estimado de la varianza asociada con este bootstrap paramétrico ( $BP$ ) se calcula según la siguiente expresión:

$$Var(M) = \frac{\sum_{R=1}^{R_{max}} (M_R - \bar{M}_{BP})^2}{R_{max} - 1}$$

donde:

$$\bar{M}_{BP} = \frac{\sum_{R=1}^{R_{max}} M_R}{R_{max}}$$

Luego, los límites de confianza (intervalo de plausibilidad) se obtienen con un método percentil, lo que involucra ordenar el conjunto de valores alternativos de  $M$  ( $M_R$ :  $R = 1, 2, \dots, R_{max}$ ). En la aplicación del bootstrap se considera los errores estándar de los coeficientes de cada ecuación utilizada, así como las incertezas de los parámetros que alimentan las ecuaciones de estimación. Al respecto, y debido a que en varias de ellas se utiliza los parámetros de crecimiento, los errores estándar de cada uno de los parámetros son utilizados para estimar la incerteza. Otras fuentes de incertidumbre, cuya distribución del error no esté lo suficientemente fundamentada, tal como en el caso de la temperatura promedio del hábitat, se utiliza supuestos *ad hoc* o de literatura.

Para obtener un valor de compromiso de  $M$  se utiliza el promedio ponderado por el inverso de las varianzas de cada estimado (Hilborn & Walters, 1992), *i.e.*,

$$\hat{M} = \frac{w_1 M_1 + w_2 M_2 + \dots + w_{n-1} M_{n-1} + w_n M_n}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

donde:

$$w_i = \frac{1}{\sigma_i^2}$$

## 5.4.5. Propuesta de un modelo conceptual de historia de vida en congrio dorado

### 5.4.5.1. Introducción

El recurso congrio dorado en Chile es administrado bajo la hipótesis de tres unidades de stock independientes, a saber: i) desde Coquimbo ( $29^{\circ}00'S$ ) hasta  $41^{\circ}28'S$ ; ii) área norte de la PDA ( $41^{\circ}28'S$  a  $47^{\circ}00'S$ ); y, iii) área sur de la PDA ( $47^{\circ}00'S$  a  $57^{\circ}00'S$ ). Bajo este escenario la administración pesquera nacional evalúa independientemente los tamaños poblacionales con la respectiva estimación de parámetros biológico-pesqueros y asignación de cuotas de captura de

congrío dorado. Sin embargo, y considerando las medidas de administración pesquera vigentes a nivel país para el recurso congrío dorado (régimen, acceso y cuotas de captura), el desembarque total se encuentra en los niveles más bajos desde la década de los 1980. La SubPesca reconoce que la Unidad de Pesquería Norte (UPN) de congrío dorado se encuentra en estado de sobreexplotación, mientras que la Unidad de Pesquería Sur (UPS) se encuentra en plena explotación (SubPesca, 2013). Complementariamente, con análisis con ADN mitocondrial efectuados por Canales-Aguirre *et al.* (2010) se determinó que la flota pesquera que captura congrío dorado entre 41°S y 57°S opera sobre un mismo stock genético, esto es, una misma población biológica al interior de la cual no existen diferencias genéticas derivadas de ausencia génica o bajo flujo génico por aislamiento reproductivo, esto es, no se revela grupos poblacionales disjuntos por tiempos evolutivos como para constituir entidades independientes (stocks genéticamente puros).

En este punto resulta necesario destinar esfuerzos para evaluar la información técnica existente de la identificación y naturaleza de las unidades administrativas de congrío dorado en Chile (stock discreto o stock dinámico). El análisis de la estructura poblacional de una especie sometida a esfuerzo pesquero es de vital importancia en el desarrollo de una estrategia óptima de manejo pesquero eficiente (Coyle, 1998).

Debido a que la estructura espacial revela cómo la población responde a la explotación pesquera (Begg & Waldman, 1999), entonces la determinación adecuada de las unidades de stock ha sido tema de investigación en varios recursos pesqueros nacionales, tales como merluza de cola (*Macruronus magellanicus*), bacalao de profundidad (*Dissostichus eleginoides*), sardina común (*Strangomera bentincki*) y anchoveta (*Engraulis ringens*), entre otros.

En este estudio se recopila y revisa antecedentes que han sustentado previamente la hipótesis de tres unidades de stock de congrío dorado en Chile, y en conformidad con resultados de los análisis de estructura poblacional, historia de vida y patrones migratorios proponer un modelo conceptual alternativo que den cuenta de la naturaleza de los stocks de congrío dorado actualmente considerados en Chile.

#### **5.4.5.2. Materiales y Métodos**

Se revisó y recopiló material bibliográfico nacional e internacional para indagar en la hipótesis de la existencia de tres unidades de stock de congrio dorado en Chile, tal como se trata a este recurso pesquero actualmente por la administración pesquera nacional e investigadores del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP). Inicialmente propusimos analizar dicha hipótesis con antecedentes de la estructura poblacional, parámetros de historia de vida y posibles patrones migratorios, y luego proponer un modelo conceptual que diera cuenta de la naturaleza de los stocks actualmente considerados de congrio dorado. Se complementa los antecedentes de literatura con resultados propios del presente proyecto.

## **6. Talleres**

De acuerdo con las Bases Técnicas, en este proyecto se debía realizar dos talleres, el primero al inicio en Valparaíso para coordinar actividades con la secretaría ejecutiva del FIP y la Sub Pesca, siendo el propósito presentar y analizar metodologías; el segundo taller tenía el propósito de difundir resultados y se efectuó el martes 6 de enero de 2015, inmediatamente antes de la entrega del pre-informe final.

## 7. Resultados

### 7.1. Consideraciones sobre el muestreo

Según la información de desembarques de congrio dorado en Chile para el período enero de 2010 a noviembre de 2014, las regiones que concentraron el mayor desembarque fueron la X Región y XIV Región (Tabla 4), confirmándose, entonces, que nuestro diseño de muestreo estuvo originalmente bien planteado.

Tabla 4. Desembarque artesanal (toneladas) de congrio dorado desde enero de 2010 hasta noviembre de 2014 entre la V y X Regiones (se agrupa las Regiones V-IX por su bajo nivel de desembarque); porcentaje en paréntesis. Fuente: Servicio Nacional de Pesca.

Año	Región			Total
	V-IX	XIV	X	
2010	103,6 (9,4%)	116,6 (10,6%)	876,5 (79,9%)	1096,7
2011	372,0 (34,4%)	306,0 (28,3%)	402,3 (37,2%)	1080,3
2012	223,7 (36,3%)	122,2 (19,8%)	270,0 (43,8%)	616,0
2013	116,8 (17,0%)	84,6 (12,3%)	483,6 (70,6%)	684,9
2014	35,3 (10,5%)	36,6 (10,9%)	263,5 (78,6%)	335,3

En los puertos de San Vicente y Lebu en la VIII Región, Valdivia y Corral en la XIV Región, y Puerto Montt, Calbuco y Carelmapu en la X Región, se indagó en la disponibilidad de lanchas artesanales que capturan congrio dorado para embarcar observadores de este proyecto y recopilar información biológica y pesquera. Todos los armadores artesanales consultados del puerto de San Vicente (VIII Región) declararon no estar capturando congrio dorado. La misma situación se nos comunicó por todos los armadores consultados en el puerto de Lebu (VIII Región), donde se señaló que se capturaba reineta (*Brama australis*). Sin embargo, logramos realizar encuestas a poco menos de 20 armadores de Lebu.

En Valdivia-Corral (XIV Región) y Carelmapu (X Región) se concretó salidas de pesca en tres lanchas artesanales /2 en Valdivia, 1 en Carelmapu); esta última sólo efectuó operaciones de pesca de congrio dorado en enero y febrero, hasta cuando completó la cuota asignada para la X Región al norte del paralelo 41°28,6'S. El levantamiento de información biológico-pesquera fue más regular con las embarcaciones de Valdivia-Corral debido a varios factores, destacando la

mayor cuota asignada a la XIV Región (32 toneladas como pesca objetivo), la cuota de investigación (2 toneladas) otorgada a la UdeC, el mayor interés por parte de armadores artesanales de esa localidad y la participación de personal técnico en este proyecto disponible en caleta Amagos (Corral).

## **7.2. Resultados del Objetivo Específico 1**

Caracterizar la flota pesquera artesanal que opera en la pesquería de congrio dorado al norte del paralelo 41°28,6' S, así como el régimen operacional de ésta.

### **7.2.1. Embarcaciones encuestadas**

Con información tanto histórica como de lanchas de los principales puertos de desembarque de congrio dorado al norte del paralelo 41°28,6' S, se visitó en febrero/marzo y octubre de 2014 los puertos de Niebla, Caleta Amargos (Corral), Los Molinos y Valdivia en la XIV Región; Calbuco, Dalcahue y Carelmapu en la X Región, y San Vicente y Lebu en la VIII Región. La encuesta de caracterización de la flota (Anexo 1) se aplicó a lanchas de Niebla, Corral, Valdivia, Carelmapu y Lebu. En el puerto de San Vicente no hubo ninguna acogida ni disposición de los dirigentes de organizaciones de pescadores artesanales a la aplicación de la encuesta.

Se encuestó a armadores de 32 lanchas (Tabla 5), todas inscritas en el Registro Pesquero Artesanal (RPA) del SernaPesca ([www.sernapesca.cl](http://www.sernapesca.cl)), disponiendo del nombre, señal distintiva, matrícula y puerto de procedencia de cada nave. Sin embargo, una encuesta fue respondida incompletamente, por lo que fue descartada de análisis posteriores, disponiéndose entonces de 31 encuestas, lo que corresponde al tamaño muestral final de naves artesanales. Las naves registradas tienen puerto base en Lebu (VIII Región, n = 17), Valdivia-Corral-Niebla (XIV Región, n = 11) y en Carelmapu (X Región, n = 3). En la XIV Región la mayor parte de las naves registradas está inscrita en Corral (36,4%), operando principalmente con puertos base en Niebla y Caleta Amargos (Corral); esas 11 embarcaciones participan de la pesca de congrio dorado en la misma XIV Región. Las 4 lanchas de Carelmapu (X Región) son las únicas de ese puerto que operan en congrio dorado al norte de la PDA.

Las embarcaciones de Lebu operaron históricamente sobre el recurso congrio dorado, pero no durante el año 2014, pues el esfuerzo de pesca se orientó a la pesca con espinel de los recursos reineta y secundariamente merluza común.

Tabla 5. Nombre, señal distintiva, matrícula y armador de las lanchas artesanales encuestadas para la caracterización de la flota que opera en congrio dorado al norte de 41°28,6' S.

Nave	Nombre	Señal distintiva	Matrícula	Puerto de procedencia	Armador	Puerto de Operación
1	La Milagro	8195	2027	Corral	Juan Carrillo Henríquez	Los Molinos
2	Alba Ros	5778	3843	Valdivia	Rubén Barrera Lavín	Niebla
3	Lenny II	8529	4784	Valdivia	Jorge Ruiz Morales	Niebla
4	Guanilen II	7680	4143	Valdivia	Jorge Ruiz Morales	Niebla
5	Alondra II	7654	2002	Corral	José Rivera Baeza	Amargos
6	Luz Eliana	5019	14	Corral	Manuel Vidal Oyarzo	Amargos
7	Santiago I	6832	1925	Corral	Manuel Vidal Oyarzo	Amargos
8	Katherine I	2990	2001	Corral	Armin Rivera Baeza	Amargos
9	Estrella del Sur	9360	2206	Corral	Adolfo Díaz Riffo	Niebla
10	Golondrina II	4527	865	San Antonio	Adolfo Ampuero	Niebla
11	Esturión		4485	Valdivia	Adolfo Díaz Sandoval	Niebla
12	Don Anibal	3976	385	Lota	José Luis Salas	Caremapu
13	Punta Guanaye	2789	67	Coronel	Bladimir Salas	Caremapu
14	María Jesús	3094	25	Lebu	Rolando Salas Aguilar	Caremapu
15	Benjamín 5	4192	7137	Puerto Montt	Ariel Salas Rivas	Lebu
16	Veronica II	3677	1385	Lebu	Juan Salas Maldonado	Lebu
17	Veronica I	7713	1005	Lebu	Rolando Cisternas Chamblas	Lebu
18	Jean Rene I	2400	1256	Lebu	René Manríquez Torres	Lebu
19	Don Vicente I	4407	367	Lebu	Cristian Antonio Garcés Fica	Lebu
20	Getsemani	8304	997	Lebu	Mario Enoc Fernández Urra	Lebu
21	Berael M	3855	1451	Lebu	Miguel Ángel Garcés Fica	Lebu
22	Scarlet II		1020	Lebu	Leonel Alejandro Lucero	Lebu
23	Don Chipe	2218	1215	Lebu	Richard Jerez Sáez	Lebu
24	Cindy II		1010	Lebu	Richard Jerez Sáez	Lebu
25	Luis David I		1559	Lebu	David Cisternas Garrido	Lebu
26	Mar Rojo		551	Lebu	Danilo Colón Fernández Salas	Lebu
27	Don Orlando	3822	1437	Lebu	Marcelo Orlando Jerez Sáez	Lebu
28	Key de Reyes		1841	Lebu	Héctor Iván Jerez Sáez	Lebu
29	Don Seba	3682	1377	Lebu	Sebastián Garrido Ferrada	Lebu
30	Carla Nicol	5767	786	Lebu	Carlos Aurelio Espinoza López	Lebu
31	Ercilda Delina	2299	1222	Lebu	Carlos Aurelio Espinoza López	Lebu
32*	Susana III		1024	Lebu	Héctor Luis Burgos Cisterna	Lebu

\* Encuesta descartada por falta de más información de la nave.

De las lanchas encuestadas en la VIII Región, todas utilizan espinel como arte de pesca, y lo mismo ocurre en la X Región. En el caso de las naves de la XIV Región, 4 utilizan espinel con el esfuerzo de pesca está orientado a congrio dorado y luego a raya volantín (*Zearaja chilensis*), corvina (*Cilus gilberti*), congrio colorado (*Genypterus chilensis*) y pejegallo (*Callorhynchus callorynchus*). Otras 5 lanchas utilizan red de enmalle y destinan su esfuerzo a la pesca de corvina y secundariamente a pejegallo. Finalmente, 2 naves utilizan trampas, siendo la centolla

de profundidad (probablemente *Lithodes murrayi*) la especie objetivo y secundariamente congrio dorado.

## 7.2.2. Análisis de la información

### 7.2.2.1. Características generales, geométricas y funcionales

El 36% de la flota de lanchas que opera sobre el recurso congrio dorado tiene entre 22 y 44 años de antigüedad; incluyendo a las naves anteriores, el 61% de las embarcaciones tienen 12 o más años de antigüedad, y el 39% tiene menos de 8 años. Las embarcaciones que predominan son las de casco de madera (87%) por sobre las de casco de acero (13%) (Tabla 6).

La habitabilidad (acomodaciones) dispuesta para la tripulación en las lanchas depende del tamaño de la nave, siendo de 2 a 6 para naves con eslora menor a 12,0 m, y 3 a 11 acomodaciones para embarcaciones  $\geq 12$  m de eslora. Sin embargo, el número de acomodaciones más frecuentemente es 5 en las lanchas  $< 12$  m de eslora y 7 acomodaciones en las lanchas  $\geq 12$  m de eslora (Fig. 4). Las lanchas encuestadas presentaron eslora entre 9,2 m y 17,7 m; la manga es entre 2,3 y 6,3 m. El puntal es entre 0,7 m y 2,45 m, y el calado es entre 0,6 y 2,2 m. El tonelaje de registro grueso (TRG) es entre 5 y 49 toneladas (Tabla 6).

La autonomía de las embarcaciones orientadas a la captura de congrio dorado varió entre 3 y 31 días, dependiendo del tamaño de la embarcación y de la lejanía de la zona de pesca, de la capacidad de combustible (mínimo 80 l; máximo 8000 l) y de la capacidad de almacenar agua dulce (mínimo 50 l; máximo 4000 l). Estas embarcaciones son propulsadas con motores de entre 65 Hp y 420 Hp, los que consumen entre 5 l/h y 30 l/h de combustible. La marca de motor más utilizada es Scania (n = 11), seguido de Mercedes Benz (n = 10) y Cummins, Perkin y Volvo (n = 2, cada uno), los que tienen frecuentemente más de 13 años de antigüedad (Tabla 7).

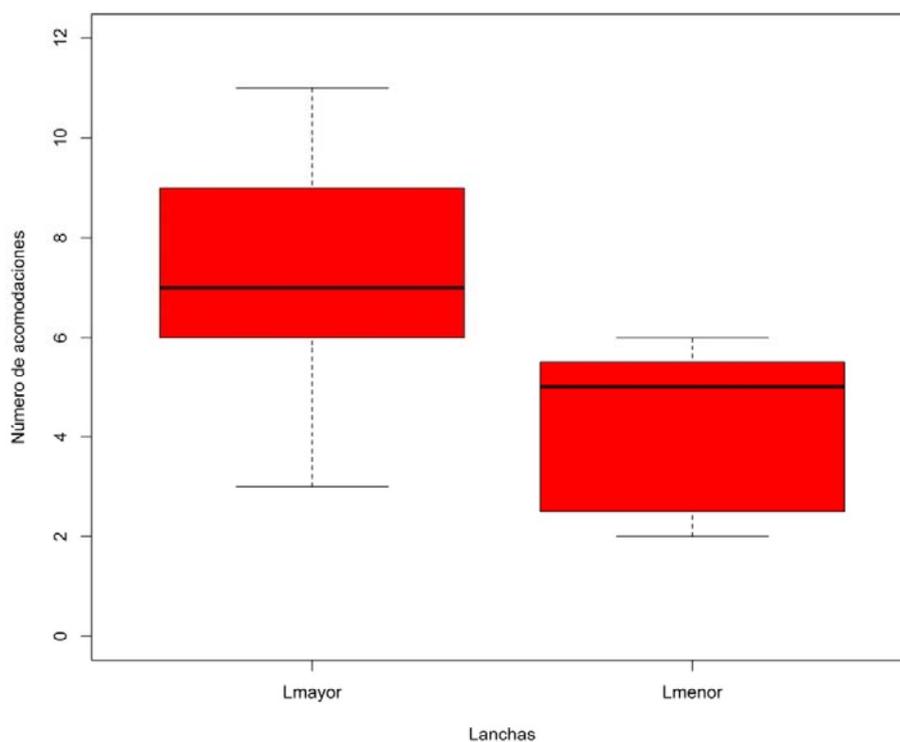


Fig. 4. Número acomodaciones según tamaño de lanchas; límite: 12,0 m de eslora.

#### 7.2.2.2. Artes de pesca

En la pesquería de congrio dorado, de acuerdo a la estadística de desembarque del SernaPesca, se identifica al menos 6 artes/aparejos de pesca (buceo, cerco, enmalle, espinel, línea de mano y trampas), y su uso es variable entre regiones, aunque entre 97,5% y 99,9% se debe a la pesca con espinel (información de desembarque diario desde 2010 hasta 2014; Tabla 8). Consecuentemente, nosotros seleccionamos al arte de pesca de espinel para la caracterización respectiva.

Tabla 6. Características generales y geométricas de las lanchas encuestadas para su caracterización y que operan sobre congreso dorado al norte de 41°28,6' S.

Nave	Material	Año	TRG (ton)	Eslora (m)	Manga (m)	Puntal (m)	Calado (m)	N° acomodaciones	N° tripulantes
1	Madera	1990	11	11,5	3,0	1,0	0,6	5	5
2	Acero	1992	18	12,0	3,2	1,7	0,9	5	4
3	Acero	2006	22	14,2	4,1	2,0	1,9	8	8
4	Acero	1990	23	15,2	4,5	2,1	2,0	7	7
5	Madera	2002	13	13,0	3,8	1,2	1,1	5	4
6	Madera	1978	15	12,0	3,0	1,0	0,7	3	3
7	Madera	2000	11	11,0	3,0	1,1	0,6	3	3
8	Madera	2001	5	11,0	2,9	1,2	0,6	2	3
9	Madera	2006	15	12,0	4,2	1,7	1,6	5	5
10	Madera	1979	22	15,0	4,5	1,7	1,6	5	4
11	Madera	1992	10	9,2	2,3	0,7	0,7	2	3
12	Madera	2002	41	16,3	5,8	2,0	1,5	9	7
13	Madera	1980	49	16,3	5,3	2,3	1,5	9	7
14	Madera	1970	13	14,3	3,8	1,2	1,0	8	5
15	Madera	2011	34	16,1	5,4	2,3	1,5	9	8
16	Madera	2011	28	14,8	5,8	2,1	1,8	11	7
17	Madera	2002	18	12,5	4,0	1,5	1,5	6	6
18	Madera	2008	31	14,9	5,5	2,3	1,7	4	9
19	Madera	1990	22	16,0	4,8	1,8	1,6	7	7
20	Madera	2001	15	11,7	4,0	1,4	1,0	6	6
21	Madera	2012	20	14,0	5,2	2,3	1,8	7	7
22	Madera	2000	21	12,8	3,6	1,2	1,0	6	6
23	Madera	2006	33	15,3	5,7	2,2	1,2	7	6
24	Madera	1992	26	16,1	6,0	1,8	1,3	6	6
25	Madera	2013	46	17,7	6,3	2,5	1,9	10	9
26	Madera	1991	48	17,7	5,8	2,2	2,2	10	10
27	Madera	2010	29	14,9	5,6	2,2	1,5	8	6
28	Madera	2012	24	17,1	5,0	2,0	1,5	7	6
29	Acero	2011	23	14,9	4,7	1,8	1,2	10	7
30	Madera	2000	17	12,0	4,1	1,6	1,2	6	6
31	Madera	2008	31	14,6	5,7	2,1	2,0	8	8

Tabla 7. Características operacionales de las lanchas encuestadas para la caracterización de la flota que opera sobre congrio dorado al norte de 41°28,6'S.

Nave	Combustible		Capac. agua dulce (l)	Auton. (días)	Motor principal			Año
	Capac. (l)	Consumo (l/día)			Marca	Potencia (Hp)	Consum. (l/hora)	
1	200	80	100	4	Mercedes Benz	120	8	
2	800	70	300	10	Mercedes Benz	140	7	1996
3	4000	100	1500	30	Mercedes Benz	190	10	2001
4	7000	150	2000	31	Cummins	200	15	1995
5	600	120	160	5	Perkin	160	6	
6	250	80	60	7	Daewoo	120	8	2014
7	250	80	70	5	Mercedes Benz	120	8	2000
8	200	50	50	3	Mercedes Benz		6	
9	2000	150	300	12	Mercedes Benz	190	10	1995
10	2200	100	250	15	Perkin	140	7	
11	80	30	50	3	Toyota	65	5	2001
12	3000	400	1000	15	Scania	380	20	
13	3000	400	1000	15	Volvo	250	20	1980
14	2000	400	300	15	Cummins	250	15	1975
15	5700	200		20	Scania	380	20	1944
16	6000	220	1500	30	Scania	420	25	1994
17	2800	200	1000	25	Mercedes Benz	240	20	1980
18	6000	120	2500	25	Scania	420	25	1992
19	4000	160	1000	20	Scania	380	16	2000
20	1000	80	500	25	Mercedes Benz	180	10	1986
21	4000	150	1000	25	Caterpillar	205	10	2013
22	3000	130	1000	25	Scania	240	18	1995
23	5000	200	1200	30	Scania	360	13	2000
24	2200	120	800	25	Volvo	250	10	1992
25	7000	160	2000	30	Scania	420	22	1995
26	8000	225	4000	30	Scania	380	25	1990
27	5000	150	1500	30	Dossan	280	30	2010
28	5000	150	1200	30	Mercedes Benz	350	8	2001
29	6000	180	2000	30	Scania	310	8	1995
30	3000	160	800	25	Mercedes Benz	220	12	1988
31	6000	180	2000	30	Scania	420	20	1990

El arte de pesca de espinel usado en la captura de congrio dorado tiene, en promedio, las siguientes características (Fig. 5):

1. Línea madre: cabo de polipropileno de 6 mm de diámetro ( $\phi$ ) que se dispone en recipientes (“tachos”) de 400 brazadas (aproximadamente 600 m) cada uno. En cada calada se utilizan 3 “tachos”.

2. Reinales: cabo de polipropileno de 2 mm  $\phi$  y extensión de 60 cm, aprox., con 400 reinales separados por 1 brazada.
3. Potala: generalmente una piedra dentro de una bolsa de red anchovetera usada para disminuir la boyantez de la línea de calamento.
4. Anzuelo: N° 6 o N° 7; cada tacho tiene 400 anzuelos separados por 1 brazada.
5. Línea de calamento, puntal u orinque: cabo de polipropileno de 8-10 mm  $\phi$ .
6. Ancla, anclote: de tamaño y peso variables.
7. Boya y banderín: boya plástica de 40 a 60 cm  $\phi$ , generalmente anaranjada. Ocasionalmente se usa bloques de poliestireno (plumavit) envuelto en plástico anaranjado y/o con malla de red anchovetera. El banderín es una vara de madera (coligüe) o plástico (PVC hidráulico).

Tabla 8. Desembarque artesanal de congrio dorado por arte/aparejo de pesca en las Regiones VIII, XIV y X. Periodo: 2010 a 2014. Fuente: SernaPesca.

Región	Arte/Aparejo	Desembarque acumulado	
		(toneladas)	(%)
VIII	Buceo	7,021	0,827
	Cerco	0,515	0,061
	Enmalle	9,756	1,150
	Espinel	827,450	97,509
	Línea de mano	3,845	0,453
XIV	Enmalle	3,950	0,605
	Espinel	645,537	98,934
	Línea de mano	3,008	0,461
X	Enmalle	1,373	0,060
	Espinel	2275,249	99,937
	Trampas	0,056	0,002

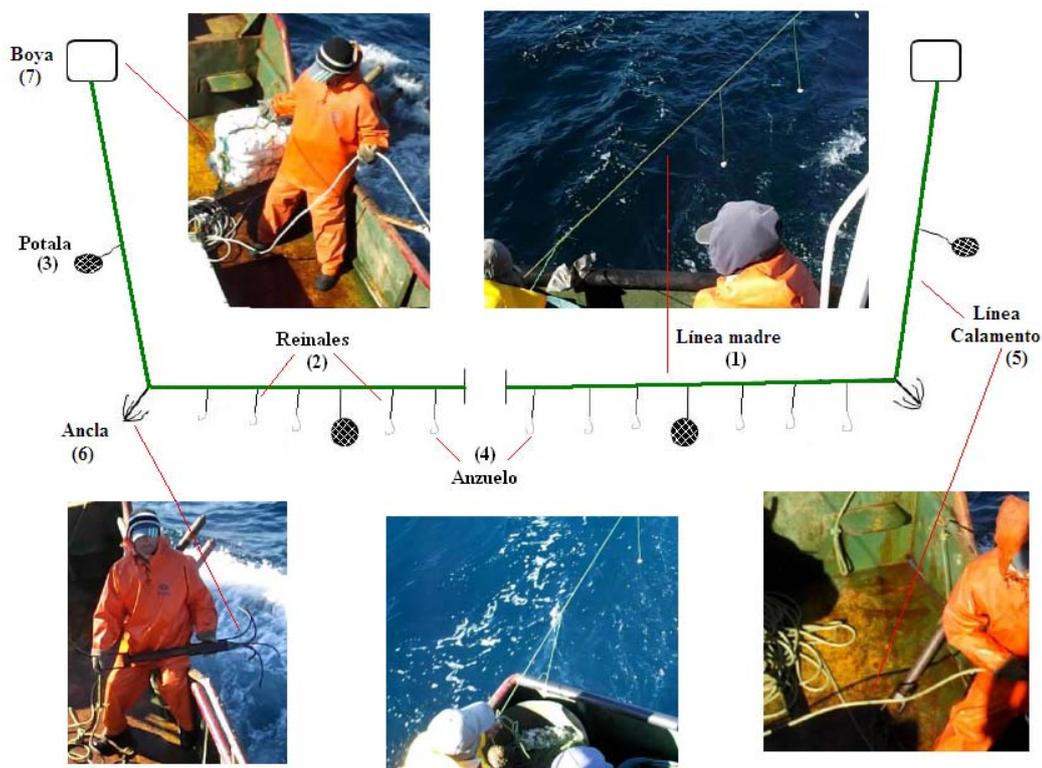


Fig. 5. Esquema del espinal horizontal de fondo utilizado en la captura de congrio dorado por naves artesanales de Corral, Valdivia (XIV Región) y Carelmapu (X Región).

### 7.2.2.3. Análisis de las características físicas de las naves

Se analizó la relación entre manga (m), puntal (m), calado (m) y TRG respecto del tamaño de la embarcación (eslora, m), encontrándose relaciones tipo lineal entre la manga, puntal y calado respecto de la eslora, mientras que entre eslora y TRG existe relación potencial (Fig. 6). En la Tabla 9 se presenta los parámetros de los ajustes a los datos.

Se analizó las relaciones de la potencia del motor (Hp), capacidad de combustible (l) y año de construcción con la eslora, encontrándose relaciones de tipo potencial. Respecto del año de construcción no se observa ningún tipo de relación con el tamaño de las embarcaciones. Finalmente, respecto de la eslora, las naves de la XIV Región (Corral-Valdivia) son de menor tamaño promedio que las de Carelmapu (X Región) y Lebu (Fig. 7; Tabla 7), lo que es razonable

porque las naves de la X Región fueron construidas en la VIII Región y trabajaron anteriormente allí, trasladándose luego a la X Región.

Tabla 9. Parámetros de la función ajustada a pares de variables.

Relación	Tipo Función	Tamaño muestra	Parámetro		
			a	b	r <sup>2</sup>
Eslora – Manga	Lineal	31	-1,681	0,442	0,767
Eslora – Puntal	Lineal	31	-0,775	0,180	0,648
Eslora – Calado	Lineal	31	-0,787	0,153	0,530
Eslora – TRG	Potencial	31	0,012	2,846	0,713
Eslora – Pot. Motor	Potencial	30	-0,021	3,478	0,673
Eslora – Cap. Comb.	Potencial	30	0,508	3,308	0,613
Eslora – Año Constr.	No existe	31	---	---	---

#### 7.2.2.4. Estratificación de la(s) flota(s)

Para la estratificación de la flota de lanchas que operaran en congrio dorado al norte de 41°28,6'S se aplicó Análisis Discriminante Múltiple (ADM) que utilizó como variables dependientes las características geométricas de las embarcaciones y como variable clasificatoria *a priori* el límite de 12 m de eslora, que define *sensu stricto* el límite superior de las lanchas que denominamos menores (Lmenor) de las lanchas mayores (Lmayor). Se analizó tres casos, a saber:

1. Variables independientes TRG, eslora, manga, puntal y calado, y la variable de agrupamiento Región con los siguientes niveles: 8 (VIII Región), 10 (X Región) y 14 (XIV Región).

El resultado del ADM reveló que 58% de las lanchas se encontraron correctamente clasificadas en los grupos originales (Regiones; Tabla 10); tres de las naves de la X Región fueron reclasificadas como si pertenecieran a la VIII Región y una a la XIV Región.

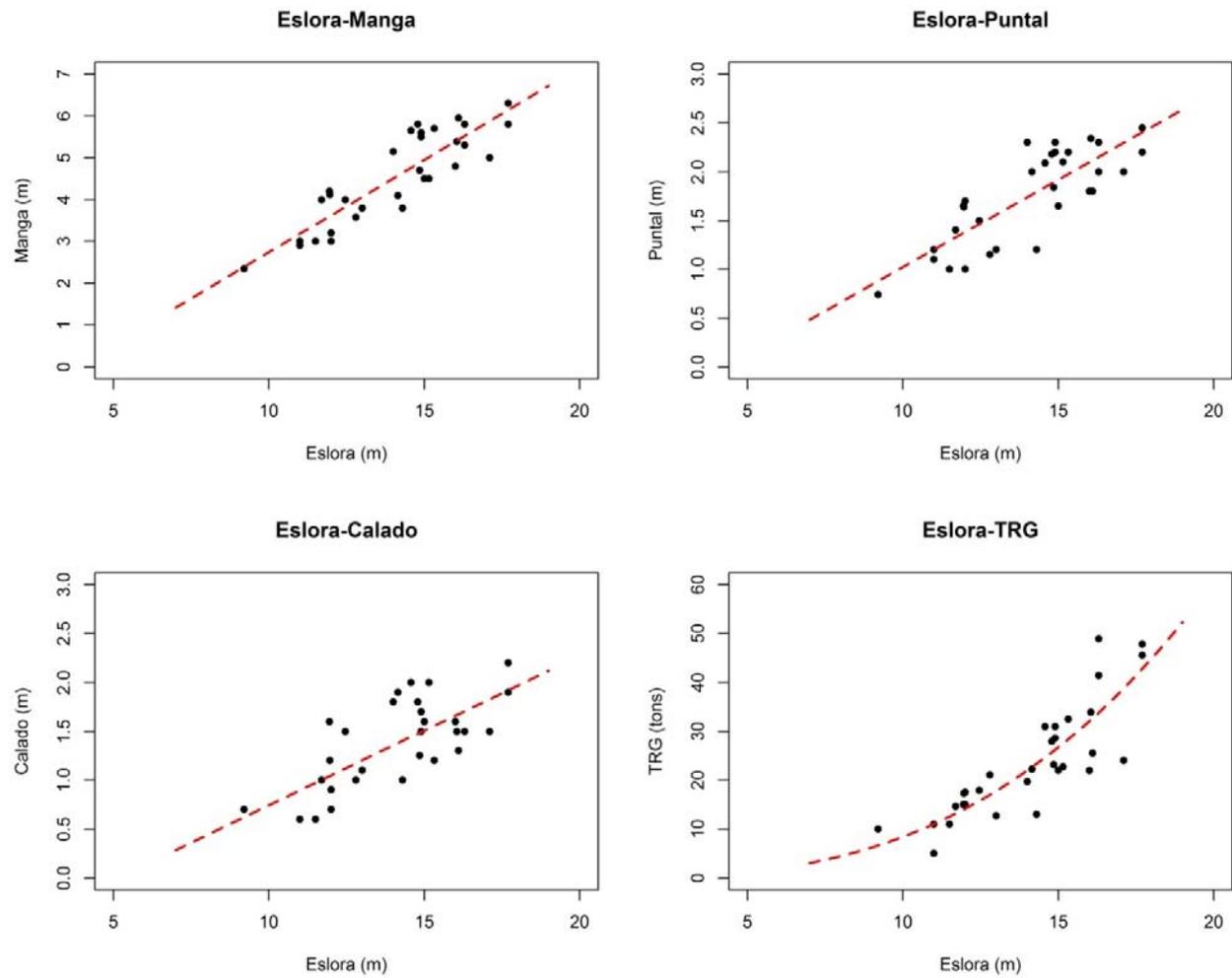


Fig. 6. Relación entre la eslora (m) y manga (m; arriba izquierda), puntal (m; arriba derecha), calado (m; abajo izquierda) y TRG (toneladas; abajo derecha) de las naves encuestadas para la caracterización de la flota artesanal espinelera que opera sobre congrio dorado al norte de  $41^{\circ}28,6'$  S.

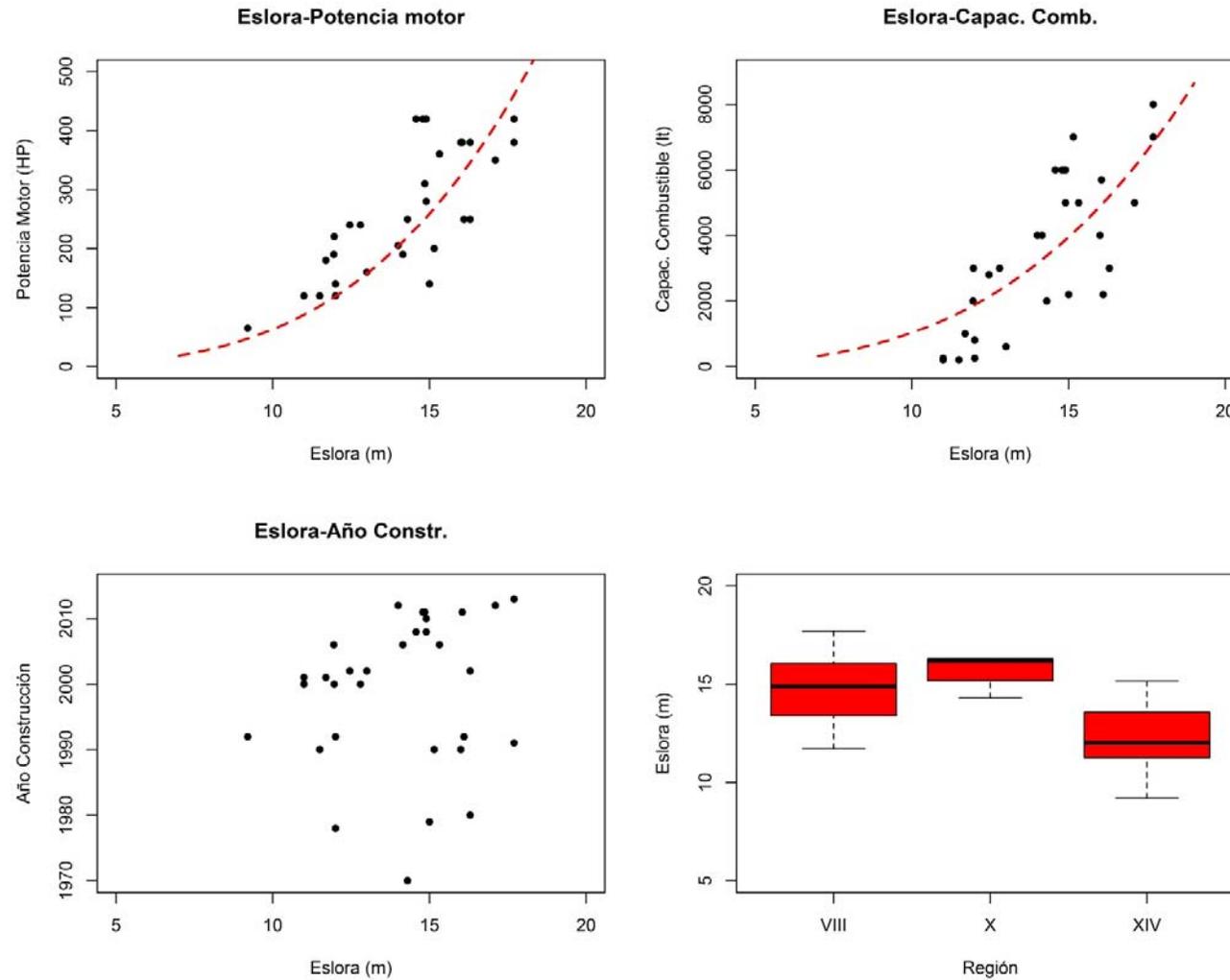


Fig. 7. Relación entre la eslora (m) y potencia del motor principal (Hp; arriba izquierda), capacidad de combustible (l; arriba derecha), año de construcción (abajo izquierda) y región de procedencia (abajo derecha) de las naves espineleras encuestadas para la caracterización de la flota que opera sobre congrio dorado al norte de  $41^{\circ}28,6' S$ .

Tabla 10. Clasificación de las naves que capturan congrio dorado mediante Análisis Discriminante Múltiple. Caso 1.

		Región	Grupo de pertenencia predicho			Total
			VIII	X	XIV	
Original	Recuento	VIII	9	3	4	16
		X	3	0	1	4
		XIV	0	2	9	11
	%	VIII	56	19	25	100
		X	75	0	25	100
		XIV	0	18	82	100

2. Las variables TRG, eslora, manga, puntal y calado, y la variable de agrupamiento “Reg2” con los siguientes niveles: VIII (naves de las Regiones VIII y X) y XIV (naves de la XIV Región).

Dado que el caso anterior reclasificó a la mayoría de las naves de la X Región como parte de la VIII Región, entonces se realizó una nueva asignación regional de las naves. El resultado del ADM es que 77% de las lanchas son correctamente clasificadas en los grupos originales; dos de las naves de la XIV Región fueron reclasificadas como si pertenecieran a la VIII Región (Tabla 11).

Tabla 11. Clasificación de las naves que capturan congrio dorado mediante Análisis Discriminante Múltiple. Caso 2.

		Reg2	Grupo de pertenencia predicho		Total
			VIII	XIV	
Original	Recuento	VIII	15	5	20
		XIV	2	9	11
	%	VIII	75	25	100
		XIV	18	82	100

3. Variables TRG, eslora, manga, puntal y calado, y la variable de agrupamiento Lancha con los siguientes niveles: Lmenor ( $\leq 12$  m de eslora) y Lmayor ( $> 12$  m de eslora). En este

caso el resultado del ADM reveló que 84% de las lanchas se encontraban correctamente clasificadas en los grupos originales (Tabla 12).

Tabla 12. Clasificación de las naves que capturan congrio dorado mediante Análisis Discriminante Múltiple. Caso 3.

		Lancha	Grupo de pertenencia predicho		Total
			1	2	
Original	Recuento	Lmenor	7	0	7
		Lmayor	5	19	24
	%	Lmenor	100	0	100
		Lmayor	21	79	100

Finalmente, las lanchas que capturan congrio dorado al norte de 41°28,6'S pueden ser separadas en dos estratos, considerando la Región de procedencia, a saber: Estrato 1, que son naves de la VIII Región, incluidas aquellas que se trasladaron a la X Región; y el Estrato 2, que son aquellas lanchas de la XIV Región.

#### 7.2.2.5. Régimen operacional

El régimen operacional de la flota que captura congrio dorado al norte de 41°28,6'S se caracteriza por viajes de pesca que se extienden desde 3 hasta 9 días (promedio: 5,2 días; d.e.: 1,9 días; n = 14 viajes de pesca). Frecuentemente los viajes de pesca se extiendan por 4 días (Fig. 8). Destacadamente el viaje más corto fue de 3 días en abril de 2014 (fecha de zarpe: 22; fecha de recalada 25 de abril), justo antes del fin de semana largo de Semana Santa. Entonces, probablemente ese viaje estuvo condicionado al pronto regreso para la venta de la captura a muy buen precio, probablemente al mejor precio del año.

Para las operaciones de pesca con espinel, la mayoría de las lanchas utilizan carnada que son trozos de jibia (*Dosidicus gigas*), sardina común, anchoveta o tritre (*Etmidium maculatum*). Sin embargo, las embarcaciones de la X Región utilizan trozos de carne de vacuno o de equino.

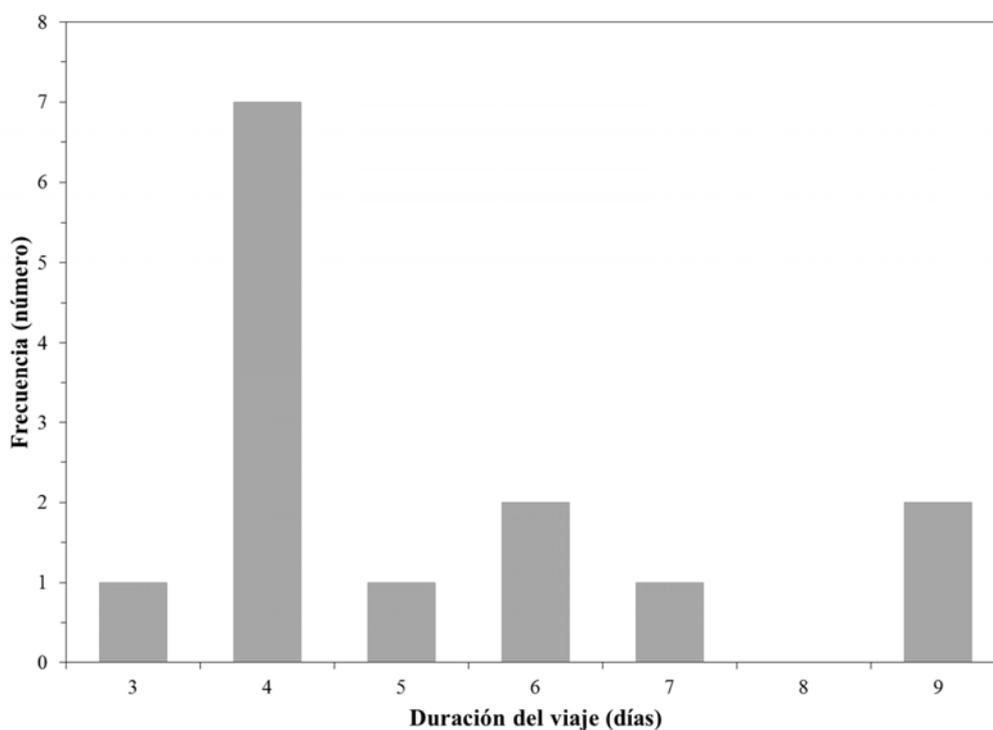


Fig. 8. Frecuencia de la duración de viajes de lanchas que capturaron congrio dorado. Período: enero a noviembre de 2014.

En el caso de las lanchas que utilizan como carnada jibia, sardina común, anchoveta o trite, previo al zarpe preparan sus espineles preferentemente con trite, carnada que es adquirida localmente. Posteriormente la utilización de jibia como carnada ocurre durante el viaje de pesca, por lo que la tripulación destina tiempo a la captura de jibia con poteras durante la noche (Fig. 9). Esa captura de jibia será usada como carnada en las operaciones de pesca del día siguiente.



Fig. 9. Captura de jibia con poteras para utilizarla como carnada en las operaciones de pesca de congrio dorado.

La profundidad media de calado desde enero hasta noviembre de 2014 fue entre 184 y 450 m. La mayoría de los lances de pesca se localizó en el rango de 350 a 400 m de profundidad (Fig. 10; profundidad promedio de calado: 343,7 m; d.e.: 49,7 m; n = 153 lances).

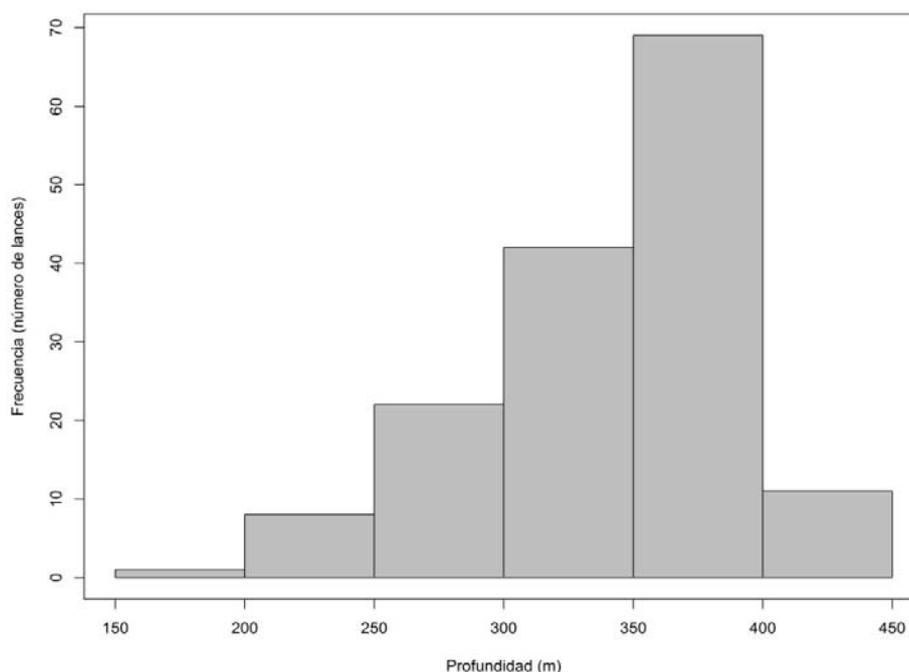


Fig. 10. Distribución de frecuencia (número) de los lances de pesca con espinel por rangos de profundidad de calado en las operaciones de pesca de congrio dorado al norte de  $41^{\circ}28,6'S$ .

### 7.2.3. Identificación de caladeros históricos

Para la identificación de caladeros históricos de congrio dorado en el área de estudio (norte  $41^{\circ}28,6'S$ ) se consultó a pescadores artesanales con trayectoria (más de 10 años) en la explotación de este recurso pesquero y se les solicitó que indicaran en una carta náutica los lugares donde ellos han pescado históricamente. Al respecto, sólo tres armadores, de los encuestados para la caracterización de la flota, estuvieron dispuestos a proporcionar dicha información. Uno de los armadores capturó anteriormente congrio dorado en la VIII Región,

cuando residía en la localidad de Punta Lavapie o en el puerto de Lebu, estando actualmente radicado en Carelmapu (X Región); los otros dos armadores artesanales son de Niebla (Valdivia).

La información proporcionada por los armadores permitió identificar 7 caladeros históricos de pesca, tres en la VIII Región (caladeros 1, 2 y 3; Fig. 11), tres caladeros en la XIV Región (caladeros 4, 5 y 6; Fig. 12) y uno en la X Región (caladero 7; Fig. 12). En los caladeros de la XIV Región aun ocurren capturas comerciales; para el caso de los caladeros de la VIII Región se desconoce su situación.

Finalmente, comunicamos que oficialmente solicitamos información al SernaPesca de la operación artesanal de congrio dorado al norte de 41°28,6'S. Sin embargo, la información recibida no incluyó los registros de posición de los lances de pesca (latitud-longitud) que nos permitieran realizar análisis espacio-temporal de las capturas. El sector pesquero artesanal no está obligado en Chile a comunicar ese tipo de información y aún no se instala los GPS en las lanchas artesanales, lo que debería ocurrir recién en agosto de 2015, de acuerdo a la normativa vigente.

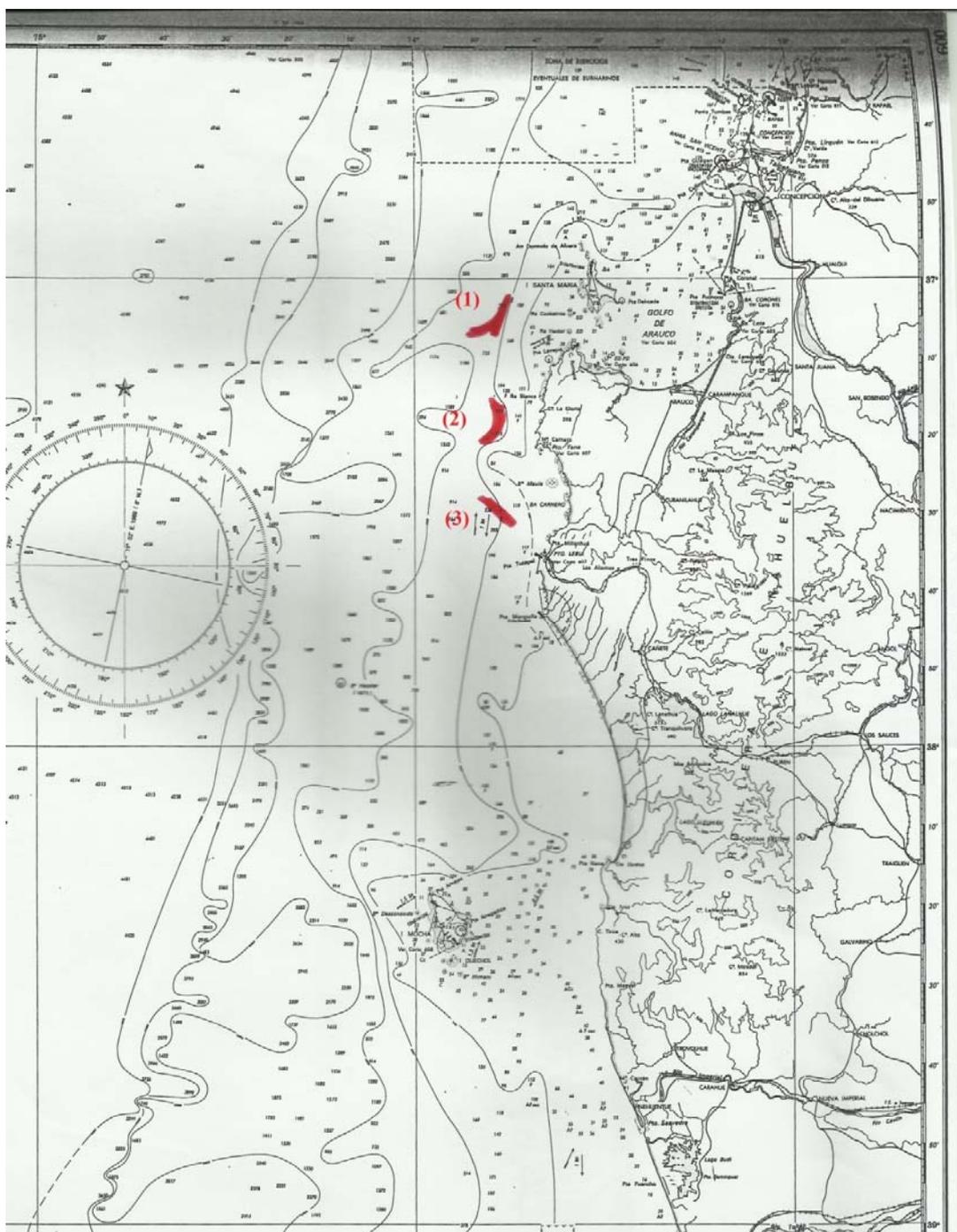


Fig. 11. Caladeros históricos (1, 2 y 3; en rojo) de congrio dorado en la VIII Región e identificados por pescadores artesanales de Punta Lavapié y Lebu.

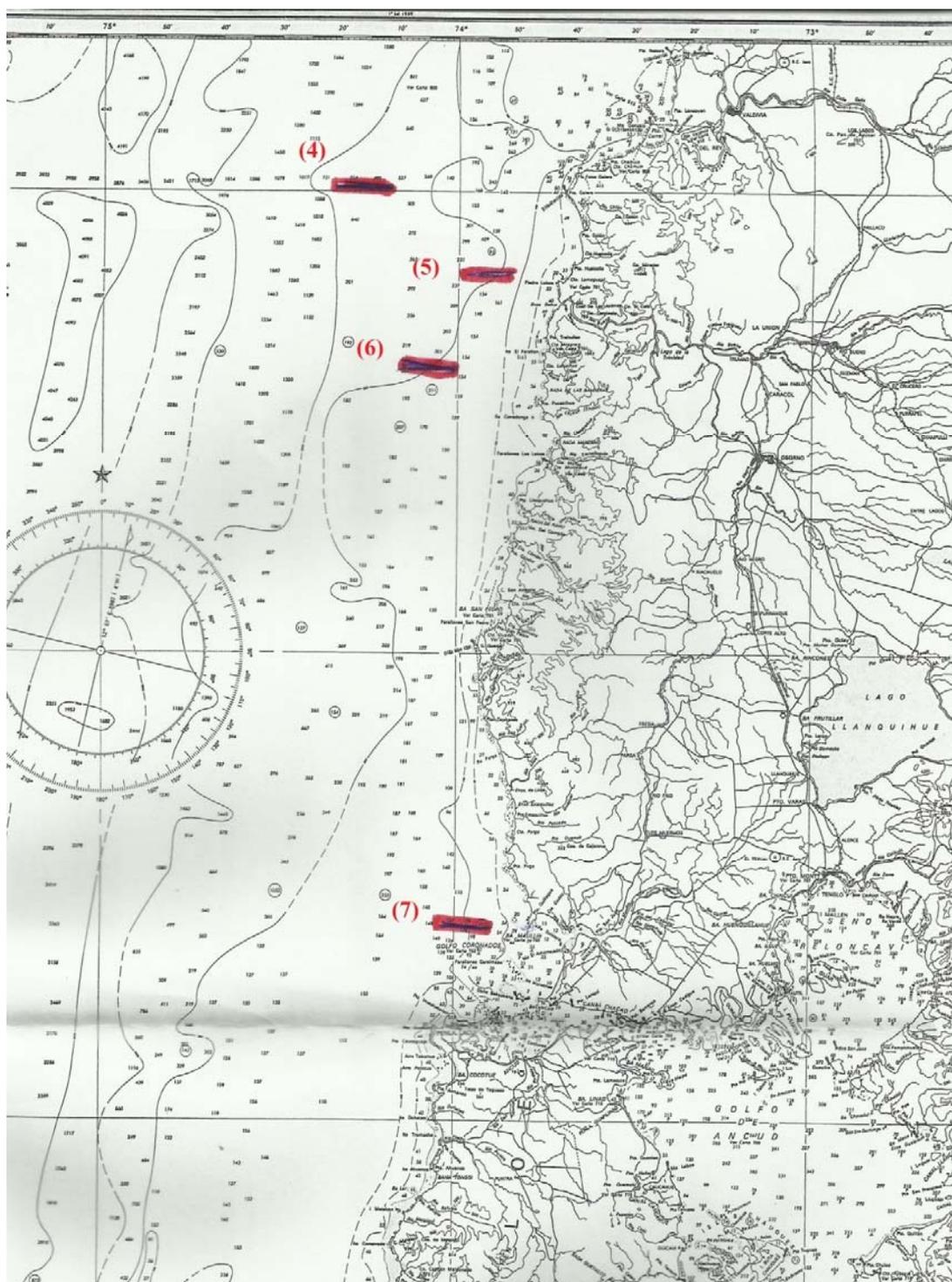


Fig. 12. Caladeros históricos (en rojo) de congrio dorado en la XIV Región y X Región, identificados por pescadores artesanales de Valdivia-Corral (caladeros 4, 5 y 6) y Carelmapu (caladero 7), respectivamente.

### 7.3. Resultados del Objetivo Específico 2

Caracterizar el stock de congrio dorado explotado al norte de la unidad de pesquería sur austral, respecto a su distribución espacial y estructura poblacional.

#### 7.3.1. Aspectos operacionales

El período de estudio que se informa es desde enero hasta noviembre de 2014. En mayo no se muestreó a bordo de lanchas debido a que se completó la cuota global de captura comercial asignada al primer semestre de 2014 al. En junio se utilizó parte de la pesca de investigación, asignada a la UdeC, por una lancha que operó para este proyecto. En la Tabla 13 se entrega el detalle de los muestreos realizados durante el periodo.

Tabla 13. Variables operativas del seguimiento biológico y pesquero de congrio dorado. Período: enero a noviembre de 2014.

Mes	Número de naves	Número de salidas	Número de lances	Número de anzuelos calados	Captura (n° ind.)	Captura en peso (kg)	Número peces medidos	Número peces pesados
Ene.	1	1	6	10.000	419	1.586,2	35	35
Feb.	3	5	61	79.700	3.402	10.203,2	844	452
Mar.	1	1	24	23.600	989	2.443,1	470	433
Abr.	1	2	20	28.800	874	3.082,9	433	433
May.	-	-	-	-	-	-	-	-
Jun.	1	1	7	8.400	639	2041,9	251	251
Jul.	1	1	11	13.600	438	1128,3	251	251
Ago.	1	1	21	24.800	475	1789,2	276	276
Sep.	1	1	16	16.800	476	2242,7	254	254
Oct.	1	1	10	15.200	493	1610,0	253	253
Nov.	1	1	8	10.800	235	844,1	235	235
Total	12	15	184	231.700	8.438	26.971,6	3.302	2.569

#### 7.3.2. Análisis espacio-temporal del esfuerzo y rendimiento de pesca

De acuerdo a la distribución espacial de los lances de pesca para toda el área de estudio de enero a noviembre de 2014 (Fig. 13), ésta se dividió en tres zonas, a saber:

- Norte : norte del área de estudio y comprende los lances de pesca realizados en la IX y XIV Regiones.
- Sur : lances de pesca entre el límite norte de la X Región y el límite norte de la UPSA o límite norte de la PDA.
- PDA : lances de pesca realizados en la UPSA, esto es, al sur de 41°28,6'S.

En enero de 2014 los muestreos de congrio dorado fueron realizados a partir de lances de pesca en la zona sur (cerca del límite de la PDA) y lances de pesca frente a Chiloé, dentro de la PDA (Fig. 14). En febrero, que fue el mes cuando se obtuvo la mayor cantidad de información debido a la disponibilidad de naves en operación comercial, los muestreos provinieron de las tres zonas señaladas y se operó simultáneamente con técnicos a bordo de varias embarcaciones de la XIV y X Regiones (norte de la PDA).

En marzo de 2014, debido a las buenas condiciones climáticas, las embarcaciones se dirigieron a pescar frente a la Isla de Chiloé (en la zona PDA; Fig. 15); por lo tanto, la información disponible para ese período proviene solo de esa área. En abril, debido al empeoramiento de las condiciones climáticas (inicio de otoño) en el sector de la PDA, las operaciones de pesca se concentraron en la zona norte y, ocasionalmente, en la zona sur del área de interés de este proyecto.

En mayo de 2014, debido a las malas condiciones climáticas y luego al término de la cuota global de captura comercial establecida para el primer semestre de 2014, no se realizó embarques y, consecuentemente, no se dispone de información para dicho mes. En junio de 2014 se dispuso de parte de la cuota de investigación entregada a la UdeC. La cuota de investigación, para todo el año, fue solo de 2 toneladas (Resolución Exenta N° 1172 de la Subsecretaría de Pesca de 30 de abril de 2014). Desde junio hasta noviembre de 2014 las operaciones de pesca se realizaron sólo en la zona norte del área de estudio (Figs. 16, 17 y 18).

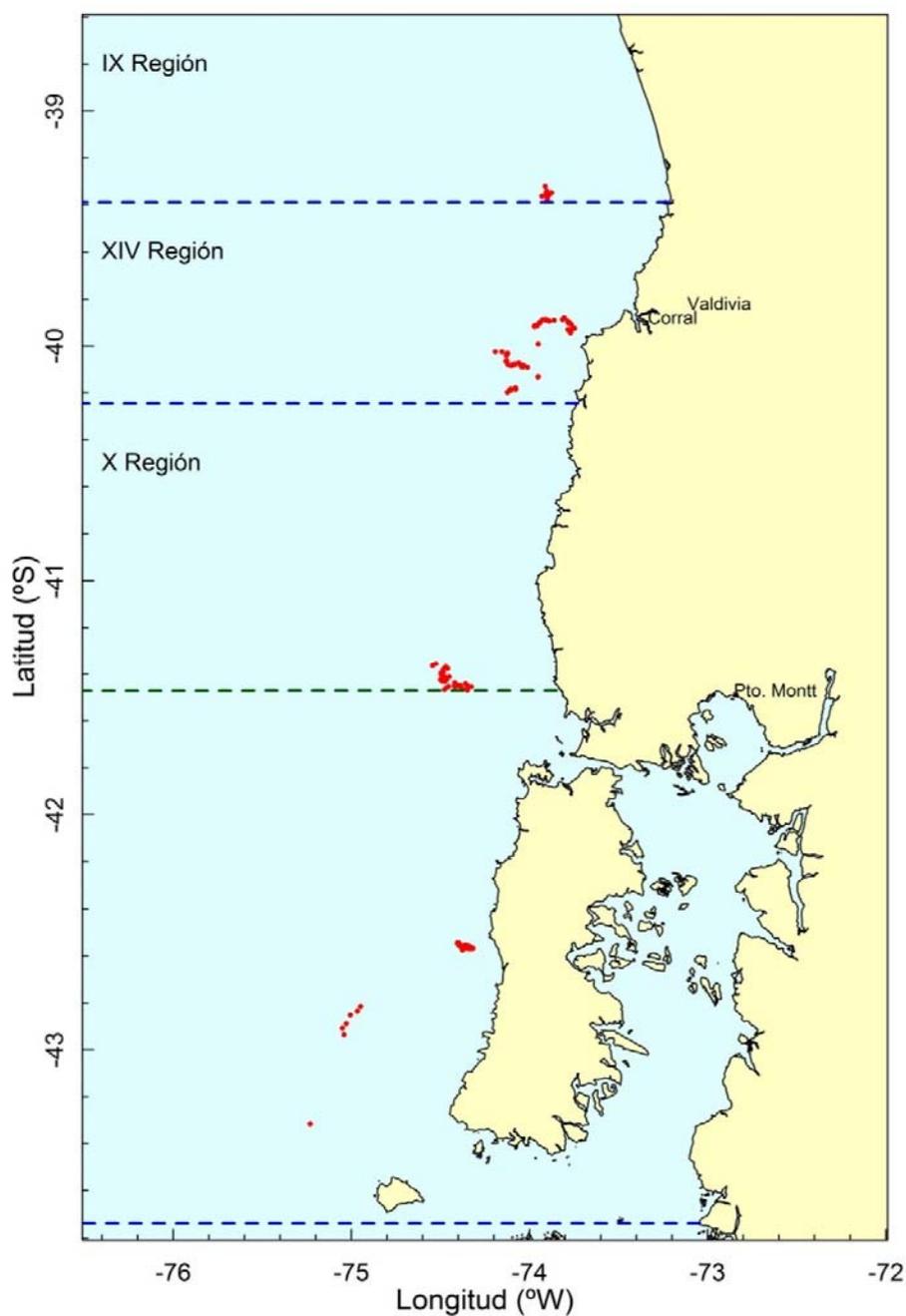


Fig. 13. Distribución espacial de los lances de pesca (puntos rojos) de congrio dorado desde enero hasta noviembre de 2014 (acumulado). Las líneas segmentadas azules representan los límites regionales y la línea segmentada verde el límite de la UPSA.

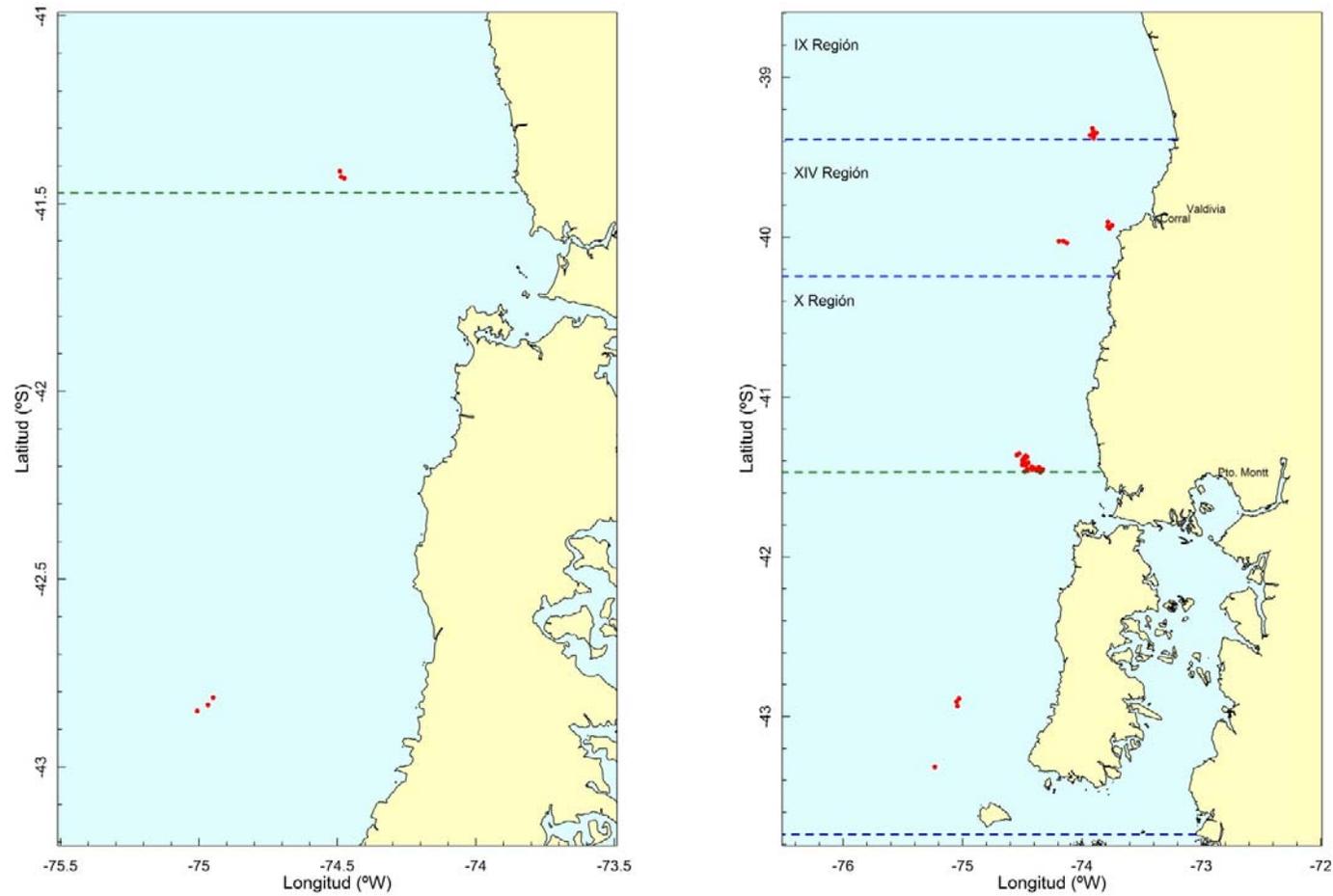


Fig. 14. Distribución espacial de los lances de pesca (puntos rojos) de congrio dorado en enero (izquierda) y febrero (derecha) de 2014. Las líneas segmentadas azules representan los límites regionales; la línea segmentada verde representa el límite de la UPSA.

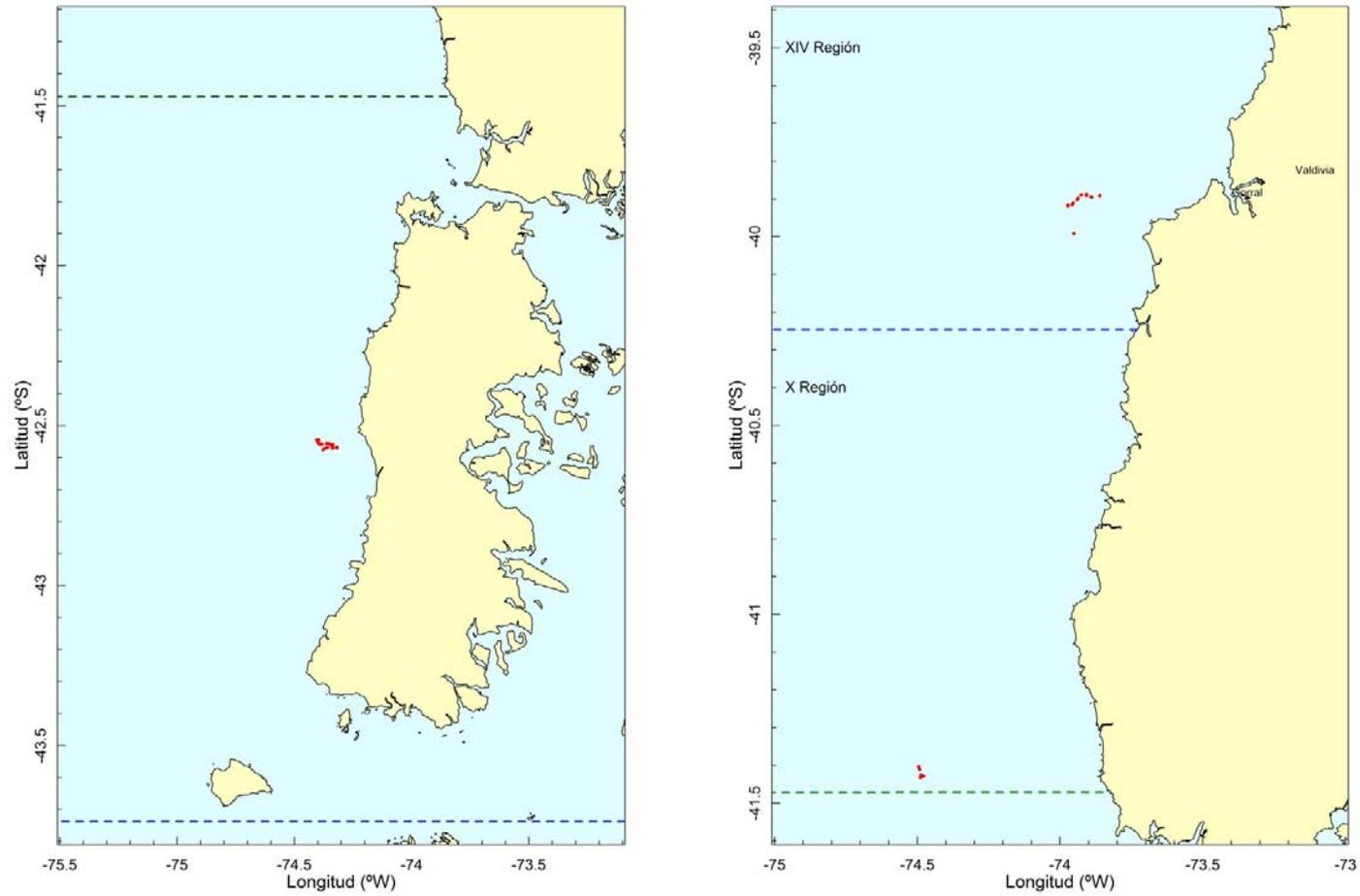


Fig. 15. Distribución espacial de los lances de pesca (puntos rojos) de congrio dorado en marzo (izquierda) y abril (derecha) de 2014. Las líneas segmentadas azules representan los límites regionales; la línea segmentada verde representa el límite de la UPSA.

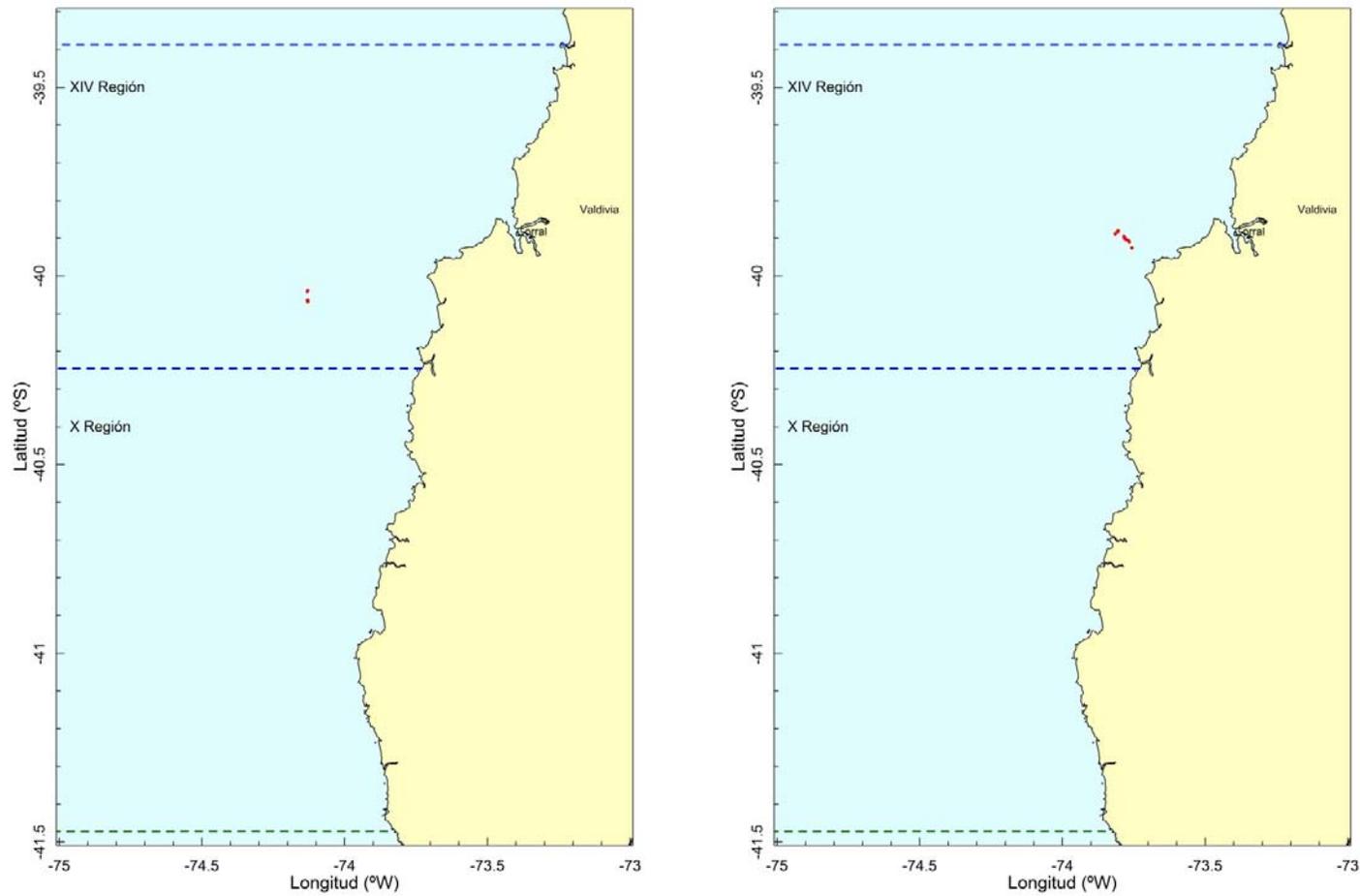


Fig. 16. Distribución espacial de los lances de pesca (puntos rojos) de congrio dorado en junio (izquierda) y julio (derecha) de 2014. Las líneas segmentadas azules representan los límites regionales; la línea segmentada verde representa el límite de la UPSA.

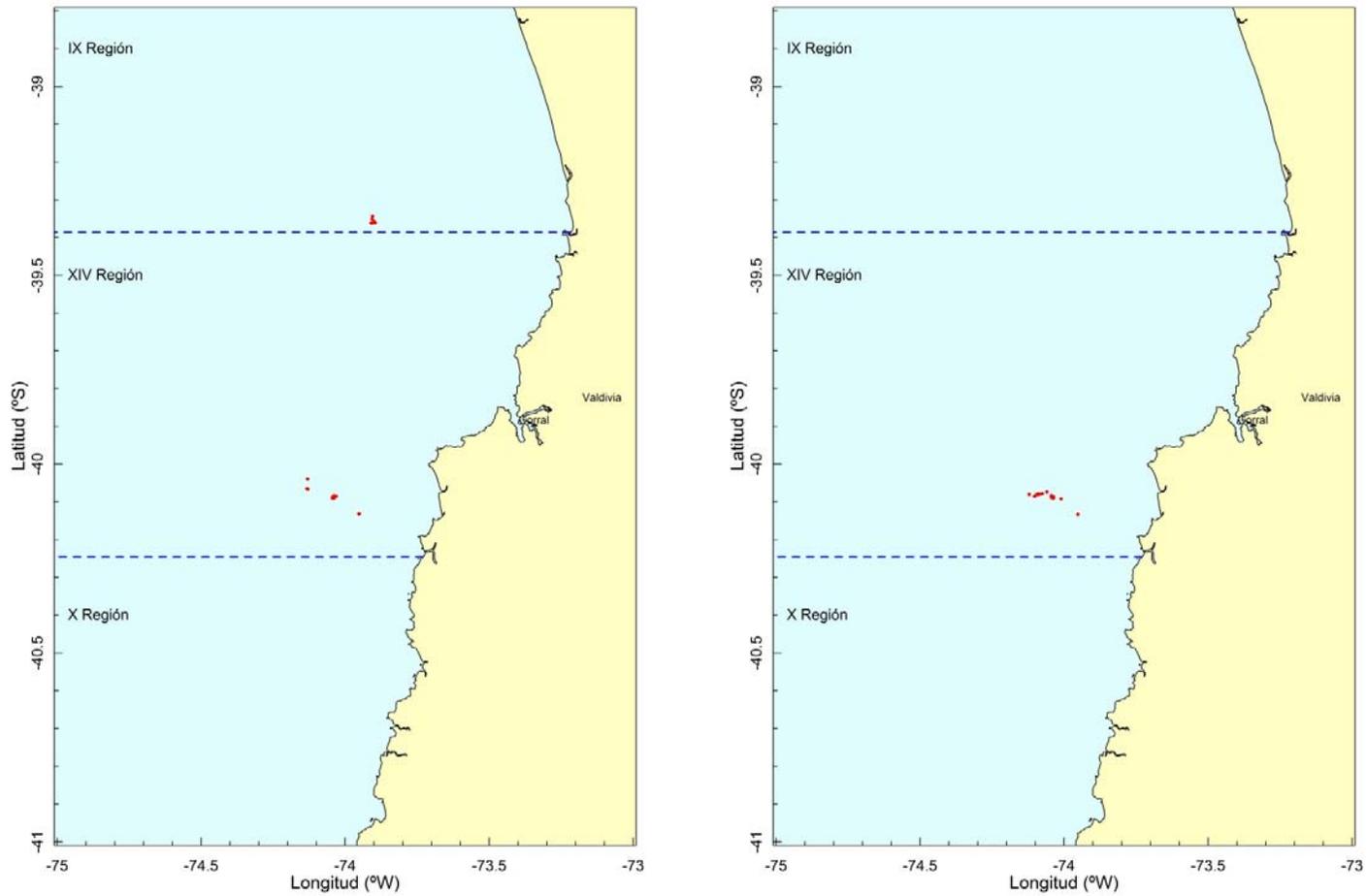


Fig. 17. Distribución espacial de los lances de pesca (puntos rojos) de congrio dorado en agosto (izquierda) y septiembre (derecha) de 2014. Las líneas segmentadas azules representan los límites regionales.

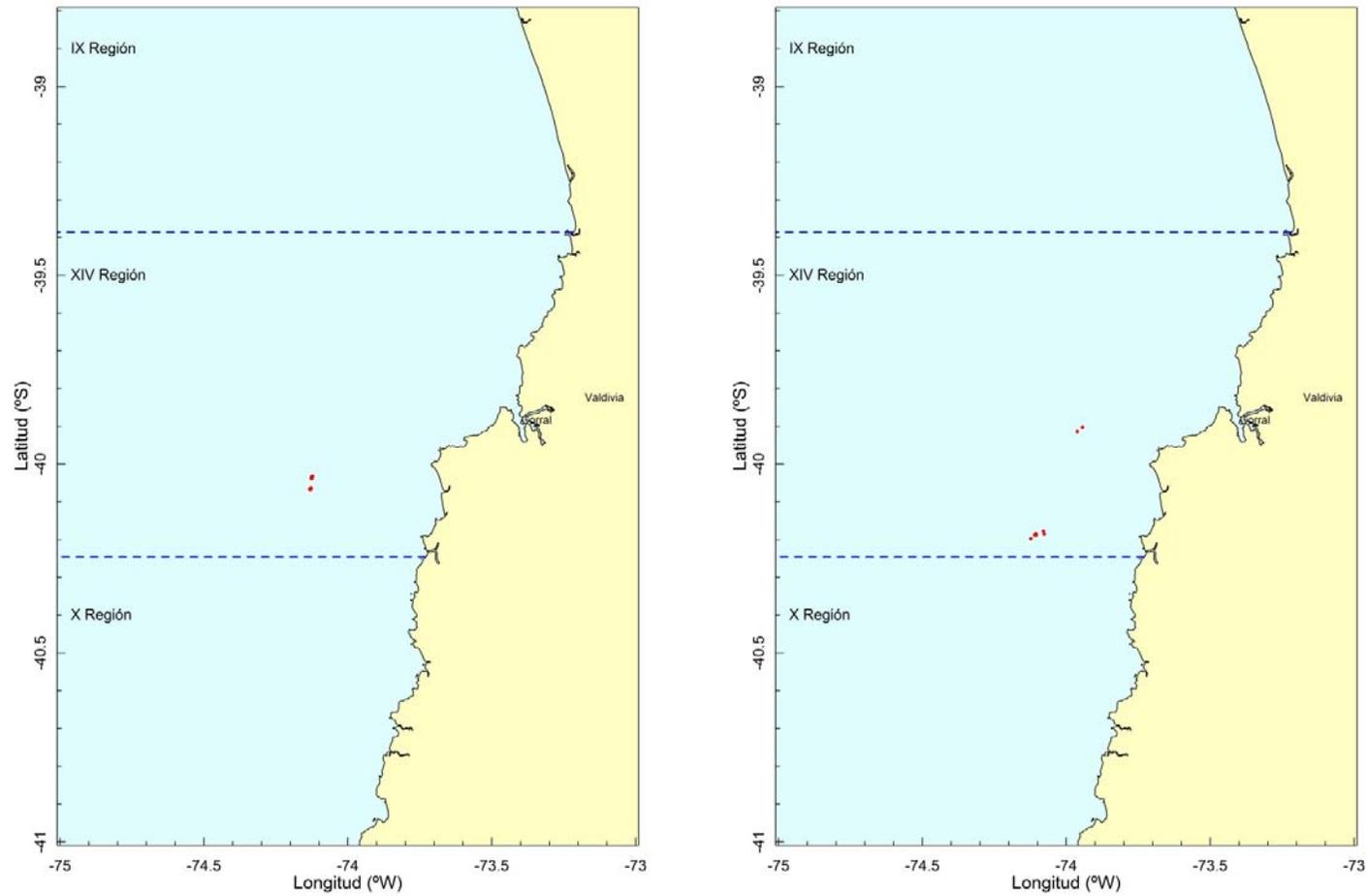


Fig. 18. Distribución espacial de los lances de pesca (puntos rojos) de congrio dorado en octubre (izquierda) y noviembre (derecha) de 2014. Las líneas segmentadas azules representan los límites regionales.

El análisis espacio-temporal de las capturas de congrio dorado indica que en enero de 2014 éstas alcanzaron a 1.586 kg (419 ejemplares); 47% de las capturas ocurrieron en la zona sur del área de estudio y el resto en la PDA. En febrero las capturas registradas fueron 10.203 kg (3.402 ejemplares) provenientes principalmente de los lances de pesca realizados en la zona sur del área de interés (62%), seguido de la zona norte (29%) y luego de la PDA (10%). En marzo el 100% de las capturas de congrio (2.443 kg, 987 ejemplares) provinieron de la PDA, mientras que en abril se obtuvo 3.083 kg (874 ejemplares) provenientes de los lances de pesca realizados en la zona norte (75%) y de la zona sur (25%) (Tabla 14). El rendimiento de pesca por mes y zona se entrega en la Tabla 15.

Tabla 14. Captura en número, captura en peso (kg) y esfuerzo de pesca (número de anzuelos) total (Sum.), promedio (Prom.), desviación estándar (S.D.) y tamaño de muestra (n) de congrio dorado por zona desde enero hasta abril de 2014.

Mes	Zona	Captura en número			Captura en peso (kg)			Esfuerzo (anzuelos)			n
		Sum.	Prom.	S.D.	Sum.	Prom.	S.D.	Sum.	Prom.	S.D.	
Ene.	Norte										
	Sur	196	65,3	4,9	742,0	247,3	18,7	4.800	1.600,0	0,0	3
	PDA	223	74,3	20,6	844,2	281,4	78,0	5.200	1.733,3	461,9	3
Feb.	Norte	972	42,3	41,1	2.916,0	126,8	114,3	29.900	1.300,0	338,4	23
	Sur	2.164	63,6	48,5	6.280,2	184,7	213,3	43.000	1.264,7	420,6	34
	PDA	266	66,5	14,9	1.007,0	251,8	56,4	6.800	1.700,0	200,0	4
Mar.	Norte										
	Sur										
	PDA	987	41,1	12,3	2.443,1	101,8	37,2	23.600	983,3	203,6	24
Abr.	Norte	698	49,9	18,5	2.310,0	165,0	57,9	19.200	1.371,4	205,4	14
	Sur	176	29,3	10,0	772,8	128,8	45,7	9.600	1.600,0	0,0	6
	PDA										

Las capturas en el área al norte de la 41°28,6'S fluctuaron entre 196 ejemplares (enero) y 3.136 individuos (febrero). En promedio se capturó 45,5 ejemplares por lance, mientras que el esfuerzo de pesca promedio alcanzó a 1.282 anzuelos por lance (Tabla 16). El rendimiento de pesca (kg/anz) disminuyó desde enero hasta abril, recuperándose en junio (Tabla 17; Fig. 19). Desde julio hasta agosto el rendimiento de pesca disminuyó nuevamente, con el valor más bajo de la serie en agosto de 2014 con 0,074 kg/anz.

Tabla 15. Rendimiento de pesca en número (núm./anz) y rendimiento de pesca en peso (kg/anz), total (Sum.), promedio (Prom.), desviación estándar (S.D.) y tamaño de muestra (n) de congrio dorado por zona desde enero hasta abril de 2014.

Mes	Zona	Rendimiento de pesca en número (núm./anz)			Rendimiento de pesca en peso (kg/anz)			n
		Sum.	Prom.	S.D.	Sum.	Prom.	S.D.	
Ene.	Norte							
	Sur	0,0408	0,0408	0,0031	0,154	0,154	0,0117	3
	PDA	0,0428	0,0428	0,0020	0,162	0,162	0,0077	3
Feb.	Norte	0,0325	0,0366	0,0387	0,098	0,108	0,1055	23
	Sur	0,0503	0,0521	0,0264	0,146	0,137	0,1015	34
	PDA	0,0391	0,0400	0,0116	0,148	0,151	0,0440	4
Mar.	Norte							
	Sur							
	PDA	0,0418	0,0441	0,0168	0,103	0,111	0,0501	24
Abr.	Norte	0,0363	0,0357	0,0101	0,120	0,118	0,0309	14
	Sur	0,0183	0,0183	0,0063	0,081	0,081	0,0286	6
	PDA							

Tabla 16. Captura en número, captura en peso (kg) y esfuerzo de pesca (número de anzuelos) total (Sum.), promedio (Prom.), desviación estándar (S.D.) y tamaño de muestra (n) de congrio dorado por mes al norte de 41°28,6'S.

Mes	Captura en número			Captura en peso (kg)			Esfuerzo (anzuelos)			n
	Sum.	Prom.	S.D.	Sum.	Prom.	S.D.	Sum.	Prom.	S.D.	
Ene.	196	65,3	4,9	742,0	247,3	18,7	4.800	1.600,0	0,0	3
Feb.	3136	55,0	46,5	9.196,2	161,3	181,0	72.900	1.278,9	386,7	57
Mar.										
Abr.	874	43,7	18,8	3.082,9	154,1	56,0	28.800	1.440,0	201,0	20
May.										
Jun.	639	91,3	79,1	2.041,9	291,7	231,9	8.400	1.200,0	0,0	7
Jul.	438	39,8	28,0	1.128,3	102,6	89,9	13.600	1.236,4	120,6	11
Ago.	475	22,7	16,3	1.789,2	85,2	53,0	24.800	1.181,0	267,6	21
Sep.	476	29,8	26,0	2.242,7	140,2	121,0	16.800	1.050,0	287,5	16
Oct.	493	49,3	28,1	1.610,0	161,0	95,8	15.200	1.520,0	454,1	10
Nov.	235	29,4	24,8	844,1	105,5	89,9	10.800	1.350,0	207,0	8
Total	6.962	45,5	39,6	22.677,3	148,2	141,0	196.100	1.281,7	331,2	153

Finalmente, desde septiembre hasta noviembre de 2014 el rendimiento mostró tendencia decreciente (Fig. 19; Tabla 17). El rendimiento de pesca por zona mostró que la tendencia decreciente ocurrió tanto en la zona sur del área de estudio como en la UPSA (Fig. 20).

Tabla 17. Rendimiento de pesca en número (núm./anz) y rendimiento de pesca en peso (kg/anz), total (Sum.), promedio (Prom.), desviación estándar (S.D.) y tamaño de muestra (n) de congrio dorado por mes al norte de 41°28,6'S.

Mes	Rendimiento de pesca en número (núm./anz)			Rendimiento de pesca en peso (kg/anz)			n
	Sum.	Prom.	S.D.	Sum.	Prom.	S.D.	
Ene.	0,0408	0,0408	0,0031	0,1546	0,1546	0,0117	3
Feb.	0,0430	0,0458	0,0323	0,1261	0,1254	0,1033	57
Mar.							
Abr.	0,0303	0,0305	0,0121	0,1070	0,1070	0,0344	20
May.							
Jun.	0,0761	0,0761	0,0659	0,2431	0,2431	0,1933	7
Jul.	0,0322	0,0324	0,0234	0,0830	0,0836	0,0752	11
Ago.	0,0192	0,0199	0,0153	0,0721	0,0744	0,0476	21
Sep.	0,0283	0,0270	0,0206	0,1335	0,1272	0,0957	16
Oct.	0,0324	0,0324	0,0154	0,1059	0,1072	0,0601	10
Nov.	0,0218	0,0207	0,0148	0,0782	0,0746	0,0550	8
Total	0,0355	0,0364	0,0297	0,1156	0,1153	0,0934	153

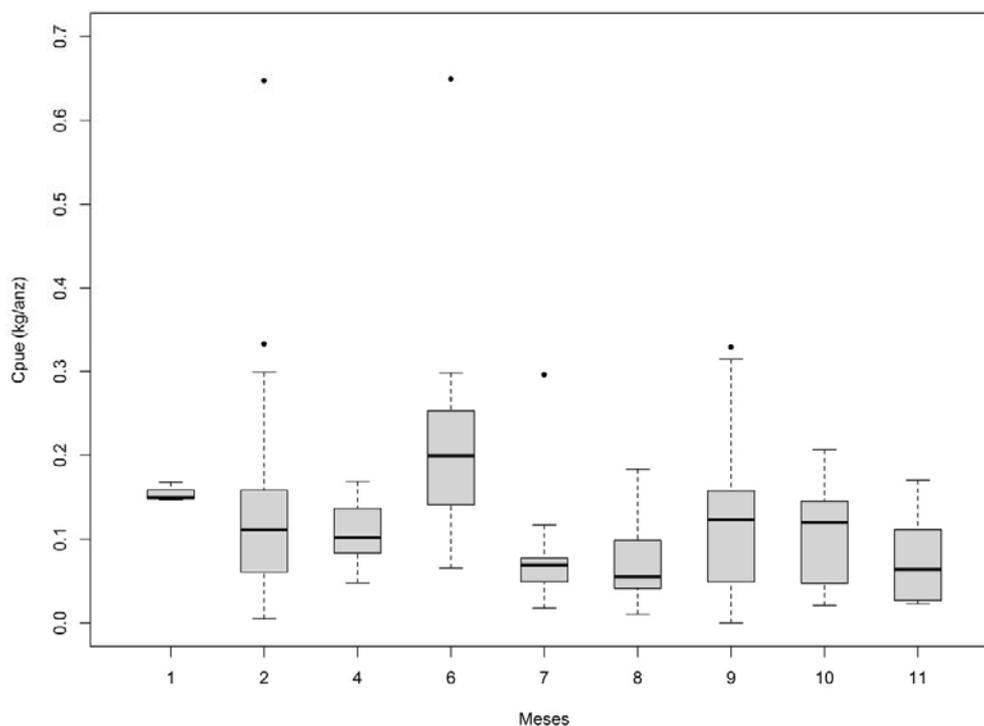


Fig. 19. Rendimiento de pesca (kg/anz) de congrio dorado desde enero hasta noviembre de 2014 al norte de 48°21,6'S.

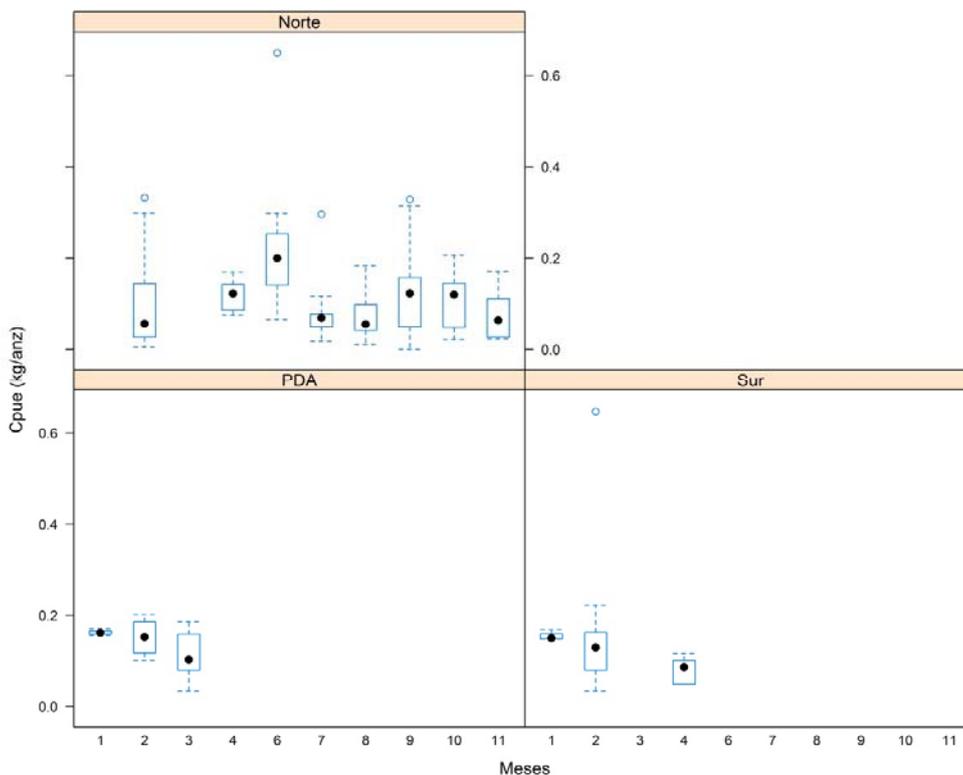


Fig. 20. Rendimiento de pesca (kg/anz) de congrio dorado desde enero hasta noviembre de 2014 por zona.

Por rango de profundidad, los rendimientos de pesca más altos ocurrieron en los intervalos de 350 a 400 m y 400 a 450 m de profundidad. Sin embargo, esos intervalos mostraron mayor dispersión en sus datos. En términos del rendimiento de pesca promedio, el intervalo de 250 a 300 de profundidad mostró los mejores resultados. El rendimiento de pesca promedio disminuye con la profundidad (Fig. 21). El rendimiento de pesca por rango de profundidad es destacable debido a que las operaciones de pesca (lances) se concentran en los estratos más profundos (350 a 400 m; Fig. 9), donde los rendimientos de pesca son menores (Fig. 21).

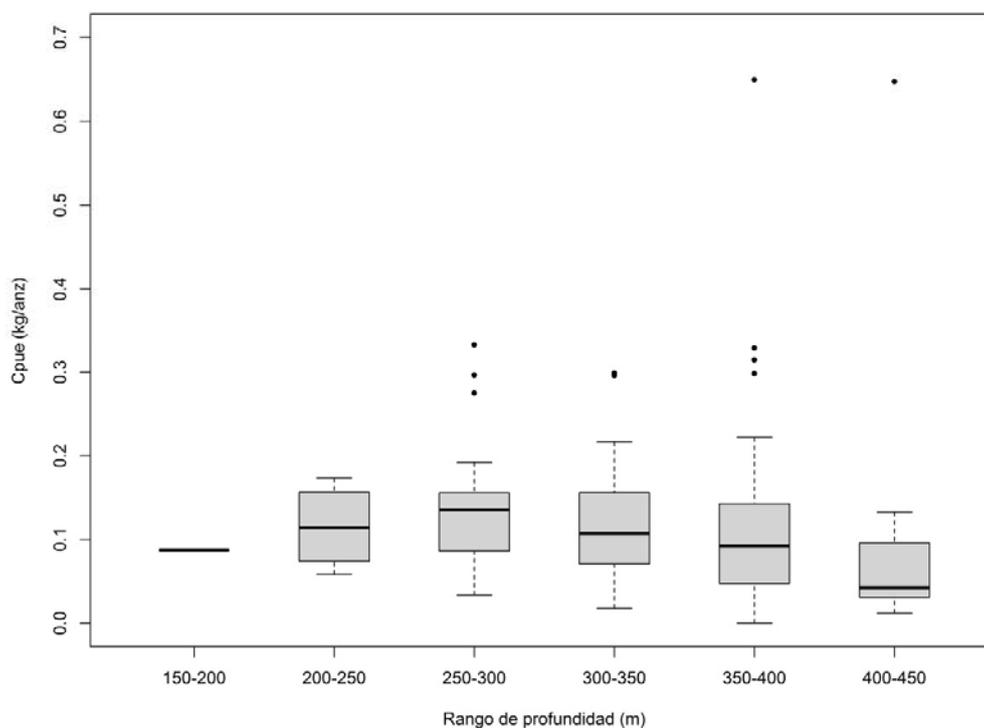


Fig. 21. Rendimiento de pesca (kg/anz) de congrio dorado por estrato de profundidad desde enero hasta noviembre de 2014.

### 7.3.3. Composición y cuantificación de la fauna acompañante

Las especies que componen la fauna acompañante de las capturas de congrio dorado (capturas acumuladas) de abril a noviembre de 2014 fueron catorce y corresponden a:

- congrio plateado (*Pseudoxenomystax albescens*); acrónimo: Pseualb.
- pejegata café (*Bythaelurus canescens*); acrónimo: Bythcan.
- chancharro (*Helicolenus lengerichi*); acrónimo: Helilen.
- raya volantín (*Zearaja chilensis*); acrónimo: Zearchi.
- raya espinosa (*Dipturus trachyderma*); acrónimo: Dipttra.
- merluza austral (*Merluccius australis*); acrónimo: Merlaus.
- ojudo (pejerrata) (*Coelorhynchus fasciatus*); acrónimo: Coelfas.
- centolla (*Lithodes wiracocha*); acrónimo: Lithwir.

- lamprea (*Eptatetrus polytrema*); acrónimo: Eptapol.
- pejegata oscura (*Centrosyllium nigrum*); acrónimo: Centnig.
- tiburón (*Deania calcea*); acrónimo: Deancal.
- merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) acrónimo: Macrmag.
- raya vientre blanco (*Bathyraja albomaculata*); acrónimo: Bathalb.
- pulpo (*Enteroctopus megalocyathus*); acrónimo: Entemeg.

Desde enero hasta marzo de 2014 no se registró la fauna acompañante. En mayo de 2014 no se realizó operaciones de pesca debido a que se alcanzó la cuota global de captura comercial de congrio dorado. En las capturas acumuladas desde abril hasta noviembre de 2014 el recurso congrio dorado fue el más importante (49% en número), seguido de pejegata café (19%), congrio plateado (10%), raya volantín (8%) y pejegata oscura (6%). Estas cinco especies representaron 94% de las capturas en número (Tabla 18).

Tabla 18. Fauna acompañante en las capturas de congrio dorado desde abril hasta noviembre de 2014. Nomenclatura: %SC = sin considerar congrio dorado.

Especie (acrónimo)	Mes								Total		
	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Núm.	%Total	%SC
Genybla	874		639	438	475	476	493	235	3.630	49,3	--
Pseualb	149		54	50	150	63	213	52	731	9,9	19,6
Bythcan	362		79	110	200	266	268	78	1.363	18,5	36,6
Helilen	38		11	7	10	105	33	35	239	3,2	6,4
Zearchi	53		4	55	80	182	16	215	605	8,2	16,2
Dipttra	19		7		15	36	6	28	111	1,5	3,0
Merlaus	2								2	0,0	0,1
Coelfas	4		1		2			2	9	0,1	0,2
Lithwir	2								2	0,0	0,1
Eptapol	1								1	0,0	0,0
Centnig			33	115	44	60	120	63	435	5,9	11,7
Deancal			2	33	9	6	7	3	60	0,8	1,6
Macrmag				1					1	0,0	0,0
Bathalb				2	36	27	25	73	163	2,2	4,4
Entemeg						2		3	5	0,1	0,1
Total	1.504	0	830	811	1.021	1.223	1.181	787	7.357	100,0	100,0

La fauna acompañante propiamente tal (sin considerar a congrio dorado) estuvo dominada por pejegata café (37% en número), seguido de congrio plateado (20%), raya volantín (16%), pejegata oscura (12%) y chancharro (6%). Estas cinco especies representaron 89% de las capturas en número (Tabla 18; Fig. 22).

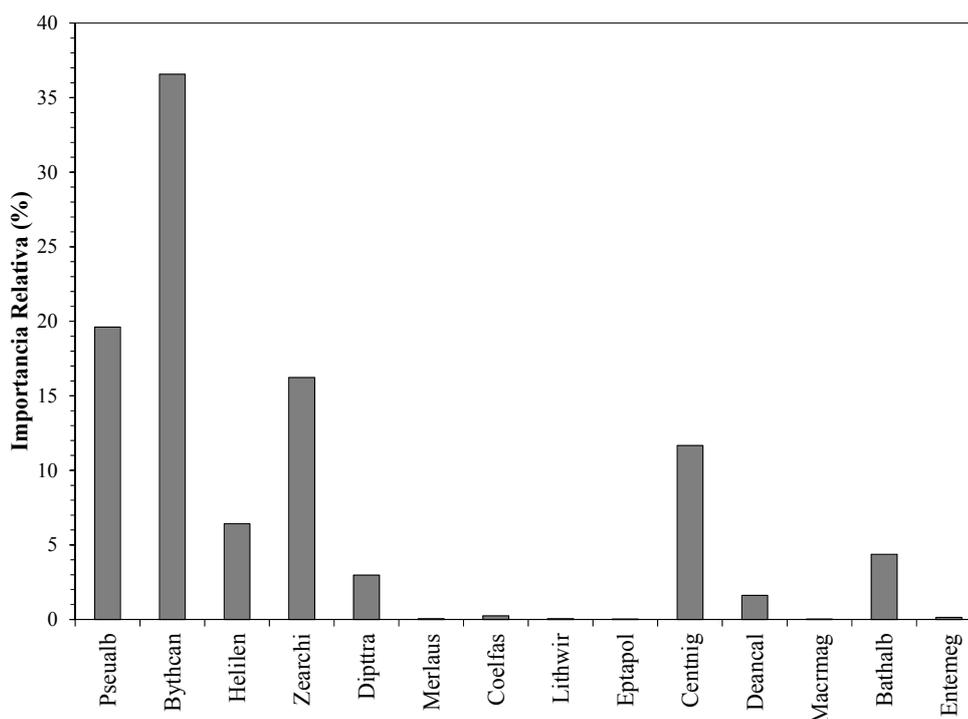


Fig. 22. Importancia relativa (% en número) de las especies que constituyeron la fauna acompañante en las capturas de congrio dorado. Período: abril a noviembre de 2014.

### 7.3.4. Composición de tamaños en las capturas

#### 7.3.4.1. Tamaños de muestra para la composición de tamaños

Desde enero hasta noviembre de 2014 se midió a bordo 3.302 ejemplares de congrio dorado. Sólo en enero de 2014 no se alcanzó un tamaño de muestra mínimo suficiente. En mayo no se muestreó debido a malas condiciones climáticas y a que se completó la cuota global de captura de congrio dorado. En la Tabla 19 se presenta los tamaños de muestra de congrio (sexos combinados) para el período enero a noviembre de 2014 por zona.

Tabla 19. Número de ejemplares de congrio dorado medidos por mes y zona utilizados en la caracterización de la composición de tamaños.

Mes	Zona			Total
	Norte	Sur	PDA	
Ene.			35	35
Feb.	268	576		844
Mar.			470	470
Abr.	257	176		433
May.				
Jun.	251			251
Jul.	251			251
Ago.	276			276
Sep.	254			254
Oct.	253			253
Nov.	235			235
Total	2.045	752	505	3.302

#### 7.3.4.2. Longitud total (cm) en las capturas

En la Tabla 20 se muestra los principales estadígrafos de la longitud total (LT, cm) por zona desde enero hasta abril de 2014; en el resto del período (junio a noviembre) los muestreos se realizaron al norte de 41°28,6'S (Tabla 21). Los tamaños de congrio dorado fueron entre 44 y 141 cm de LT (promedio: 87,8 cm; d.e. = 14,6 cm) para todo el período (Fig. 23). La longitud promedio mensual se mantuvo con poca variación y sin tendencia. No se encontró diferencias significativas en la longitud promedio de congrio dorado entre meses ni entre zonas (Fig. 24).

#### 7.3.4.3. Peso total en las capturas

En la Tabla 22 se presenta los estadígrafos del peso total (gr) desde enero hasta noviembre de 2014 para el área al norte de 41°28,6'S. Allí los pesos medios de los individuos de congrio dorado se mantuvieron estables en alrededor de 3.300 gramos en el período febrero a julio (Fig. 25), incrementándose luego en agosto/septiembre, disminuyendo en octubre/noviembre. No se encontró diferencias significativas en el peso promedio de ejemplares de congrio dorado ( $P < 0,05$ ) entre meses y zonas.

Tabla 20. Estadígrafos de la longitud total (LT) de congrio dorado desde enero hasta abril de 2014 por zona. Nomenclatura: Prom.= promedio, d.e.= desviación estándar.

Mes	Zona	Estadígrafo de la longitud total (cm)			
		Rango	Prom.	d.e.	n
Enero	Norte				
	Sur				
	PDA	75,0 - 119,0	91,2	12,33	35
Febrero	Norte	55,0 - 122,0	85,9	14,46	268
	Sur	44,0 - 73,0	83,3	14,55	576
	PDA				
Marzo	Norte				
	Sur				
	PDA	51,0 - 124,0	88,9	12,62	470
Abril	Norte	54,0 - 131,0	86,6	14,63	257
	Sur	69,0 - 122,0	96,3	12,10	176
	PDA				

Tabla 21. Estadígrafos de la longitud total (LT, cm) de congrio dorado desde febrero hasta noviembre de 2014 por zona. Nomenclatura: Prom.= promedio, d.e.= desviación estándar.

Mes	Estadígrafo de la longitud total (cm)			
	Rango	Prom.	d.e.	n
Ene.				
Feb.	44 - 134	84,1	14,6	844
Mar.				
Abr.	54 - 131	90,5	14,4	433
May.				
Jun.	62 - 133	87,3	12,6	251
Jul.	57 - 121	86,2	12,5	251
Ago.	61 - 141	91,3	15,7	276
Sep.	57 - 136	93,7	15,4	254
Oct.	59 - 137	88,4	15,2	253
Nov	60 - 123	87,1	12,2	235
Total	44 - 141	87,8	14,6	2.797

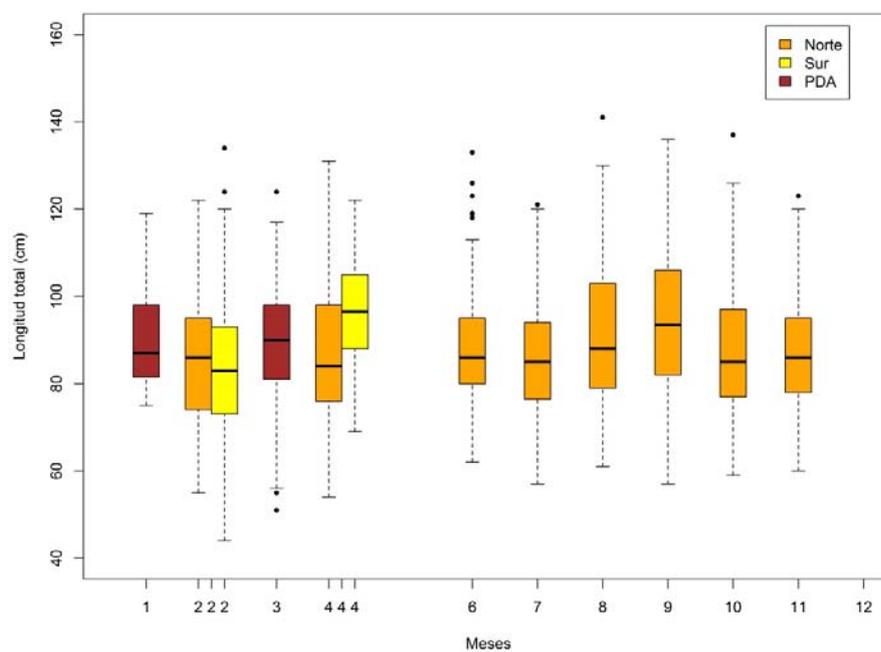


Fig. 23. Longitud total (LT, cm) promedio de congrio dorado (sexos combinados) desde enero hasta noviembre de 2014.

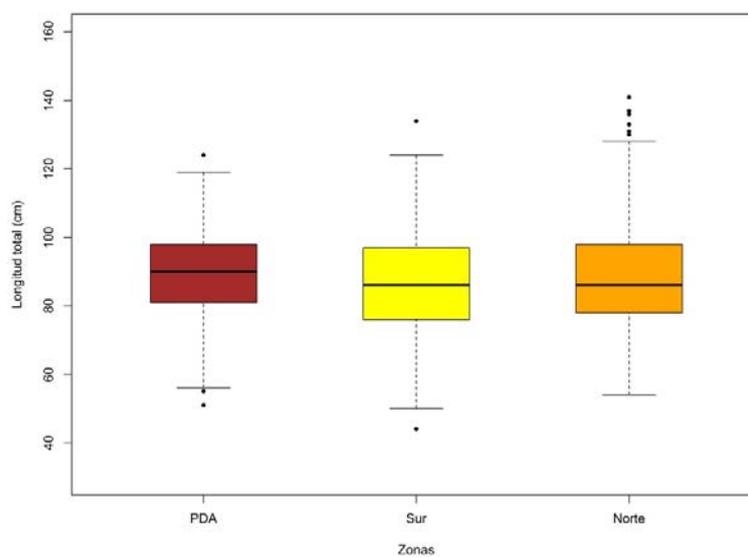


Fig. 24. Longitud total (LT, cm) promedio de congrio dorado (sexos combinados) por zonas.

Tabla 22. Estadígrafos del peso total (PT, gr) de congrio dorado desde enero hasta noviembre de 2014 al norte de 41°28,6'S. Nomenclatura: Prom.= promedio, d.e.= desviación estándar.

Mes	Estadígrafo del peso total (gr)			
	Rango	Prom.	d.e.	n
Ene.				
Feb.	400 – 10.000	3.415,0	1.749,6	452
Mar.				
Abr.	800 – 11.200	3.702,1	1.815,2	433
May.				
Jun.	1.000 – 11.000	3.278,5	1.709,5	251
Jul.	900 – 8.100	3.038,3	1.519,3	251
Ago.	1.000 – 13.900	4.038,4	2.579,1	276
Sep.	1.100 – 12.900	4.711,4	2.426,9	254
Oct.	1.100 – 13.200	3.841,5	2.274,0	253
Nov.	1.400 – 9.000	3.591,9	1.555,7	235
Total	400 – 13.900	3.683,7	2.018,1	2.405

#### 7.3.4.4. Composición de tallas en las capturas

La composición de tamaños en las capturas de congrio dorado en enero de 2014 (proveniente de la zona de la PDA) fue aproximadamente normal con media en 91,2 cm de LT (Fig. 26). En febrero, en la zona norte del área de interés, la composición de tamaños mostró estructura polimodal con la moda principal en 72,5 cm (marca de clase), seguida de una moda secundaria en el rango 87,5-92,5 cm, y una tercera moda en 102,5 cm (Fig. 27). La longitud media se ubicó en 85,9 cm LT (Tabla 20). En tanto, en la zona sur la composición de tamaños de congrio fue aproximadamente normal (media en 83,3 cm LT).

En marzo de 2014 la composición de tamaños de congrio dorado provino de capturas realizadas en la PDA y también presenta estructura polimodal con la moda principal en 102,5 cm LT, seguida de una moda secundaria en 87,5 cm (Fig. 28). La longitud promedio fue 88,9 cm LT (Tabla 21). En abril, en la zona norte la composición de tamaños de congrio dorado mostró estructura unimodal con la moda desplazada hacia la izquierda (respecto de la media), localizada en 77,5 cm LT. La longitud media se ubicó en 86,6 cm LT. En la zona sur la composición de tamaños fue aproximadamente normal con media en 96,3 cm LT (Fig. 29).

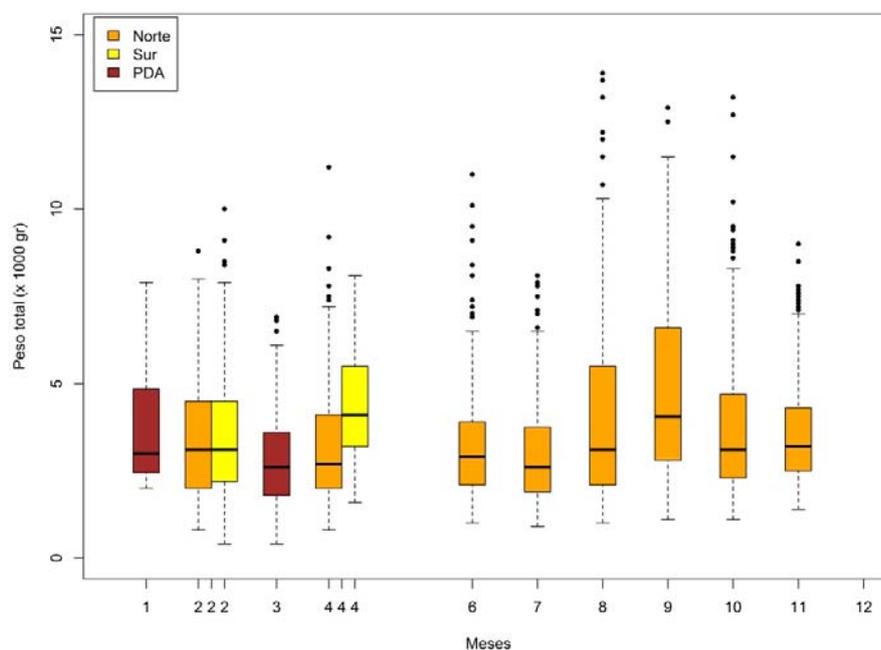


Fig. 25. Peso total (g) de congrio dorado (sexos combinados) desde enero hasta noviembre de 2014 en la zona de la PDA.

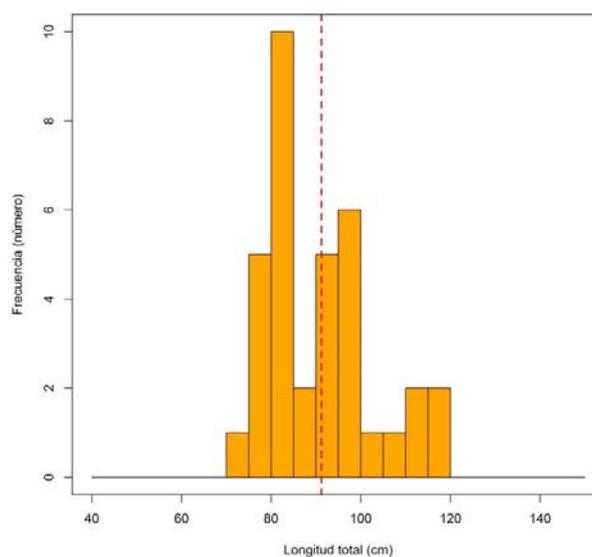


Fig. 26. Composición de tamaños de congrio dorado (sexos combinados) en enero de 2014 en la zona de la PDA. La línea roja segmentada representa la longitud promedio.

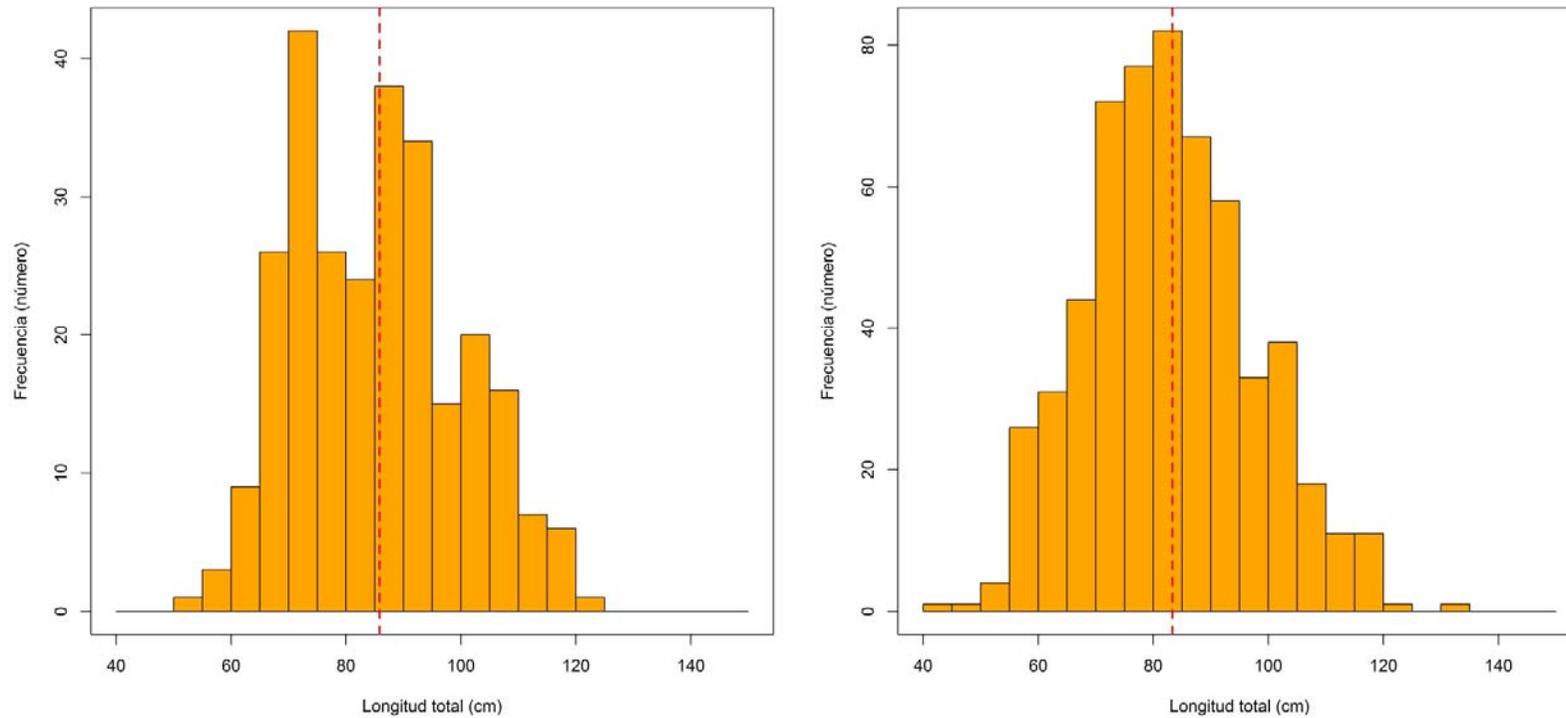


Fig. 27. Composición de tamaños de congrio dorado (sexos combinados) en febrero de 2014 en la zona norte (izquierda) y en la zona sur (derecha). La línea roja segmentada representa la longitud promedio.

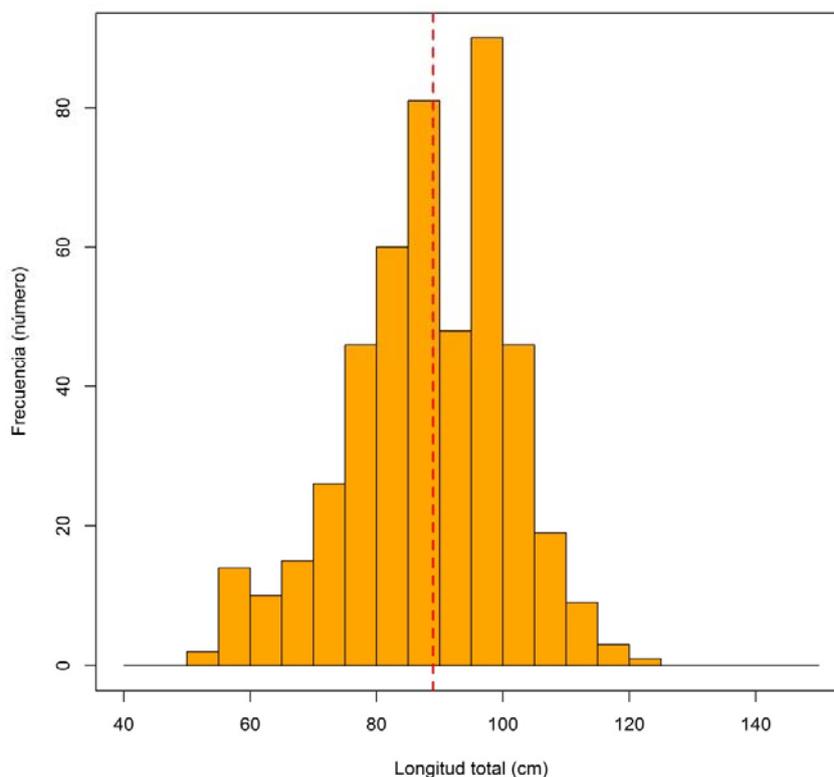


Fig. 28. Composición de tamaños de congrio dorado (sexos combinados) en marzo de 2014 en la zona de la PDA. La línea roja segmentada representa la longitud promedio.

La composición de tamaños de congrio desde junio hasta noviembre de 2014 fue polimodal, en general, con la excepción de junio, que presentó una sola moda en 80-84 cm LT, y en noviembre, cuando la moda se encontró en 84-86 cm LT (Fig. 30). En julio se observó cuatro modas, una principal en 80-82 cm LT, una secundaria en 76-78 cm LT, un tercer grupo modal en 100-102 cm LT y el cuarto en 104-106 cm LT.

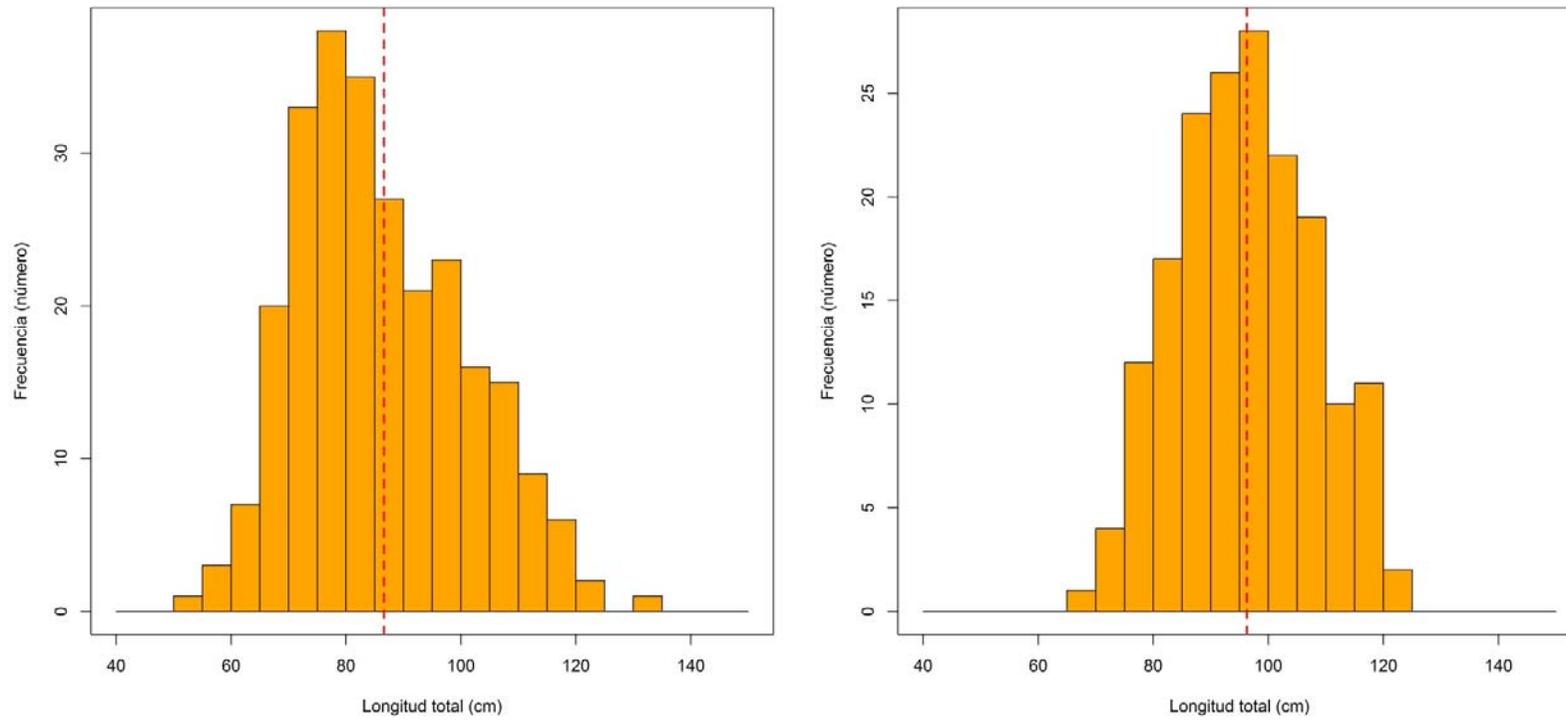


Fig. 29. Composición de tamaños de congrio dorado (sexos combinados) en abril de 2014 en la zona norte (izquierda) y en la zona sur (derecha). La línea roja segmentada representa la longitud promedio.

En agosto de 2014 se encontró tres componentes modales en la estructura de tamaños del congrio dorado con la moda principal en 78-80 cm LT, la moda secundaria en 98-100 cm LT y la tercera, más conspicua en 106-108 cm LT (Fig. 30). En septiembre se identificó solo dos componentes modales con la moda principal en 82-84 cm LT y la secundaria en 100-104 cm LT. Finalmente, en octubre también se encontró cuatro componentes modales con la siguiente disposición: moda principal ocurrió en 76-78 cm LT, moda secundaria en 98-100 cm LT, y la tercera y cuarta modas en 102-104 y 120-122 cm LT, respectivamente.

La composición de tamaños de congrio dorado agregada por zona en el período de estudio muestra la transición de la estructura desde aquella representada fuertemente por ejemplares menores a 84 cm LT, con la moda principal ubicada a la izquierda de la media en la zona norte, hacia una composición de tamaños con ejemplares de más grandes y la moda desplazada hacia la derecha de la media en la zona de la PDA (Fig. 30). Entonces, existe un leve gradiente latitudinal norte-sur de la longitud media de congrio dorado (Fig. 31). Sin embargo, la sobreposición de las bandas de confianza de los cuartiles en el gráfico “boxplot” (Fig. 24) indica que tales diferencias no son significativas.

### **7.3.5. Relación talla-peso**

Para la determinación de los parámetros de la relación talla-peso de congrio dorado se utilizó 2.569 ejemplares medidos y pesados a bordo (Tabla 23). La relación talla-peso se ajustó a un modelo de tipo potencial y los parámetros son entregados en la Tabla 24 para el período enero-abril (por zona) y en la Tabla 25 para el período enero-noviembre en el área al norte de 41°28,6'S.

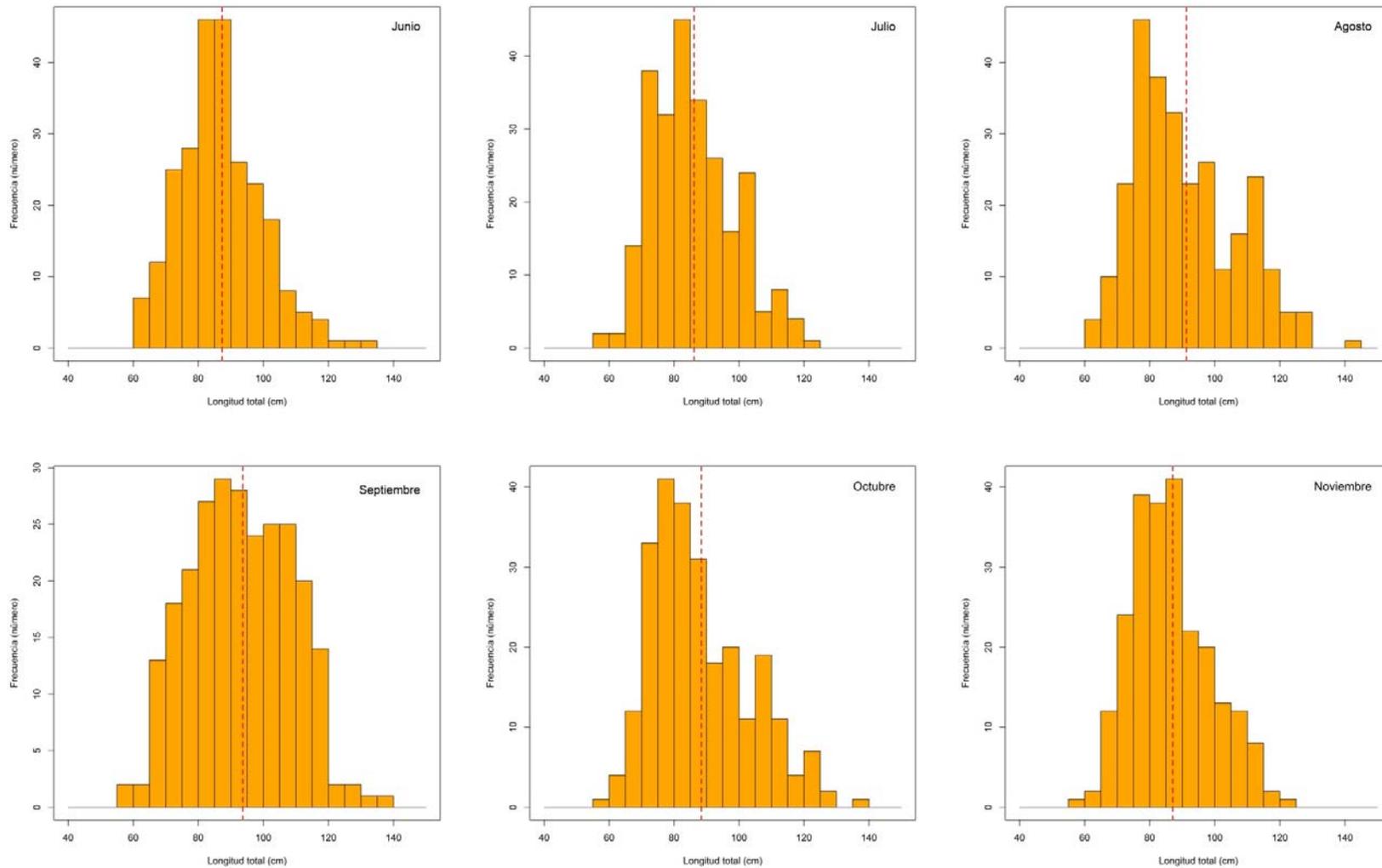


Fig. 30. Composición de tamaños de congrio dorado (sexos combinados) desde junio hasta noviembre de 2014 en la zona norte. La línea roja segmentada representa la longitud promedio.

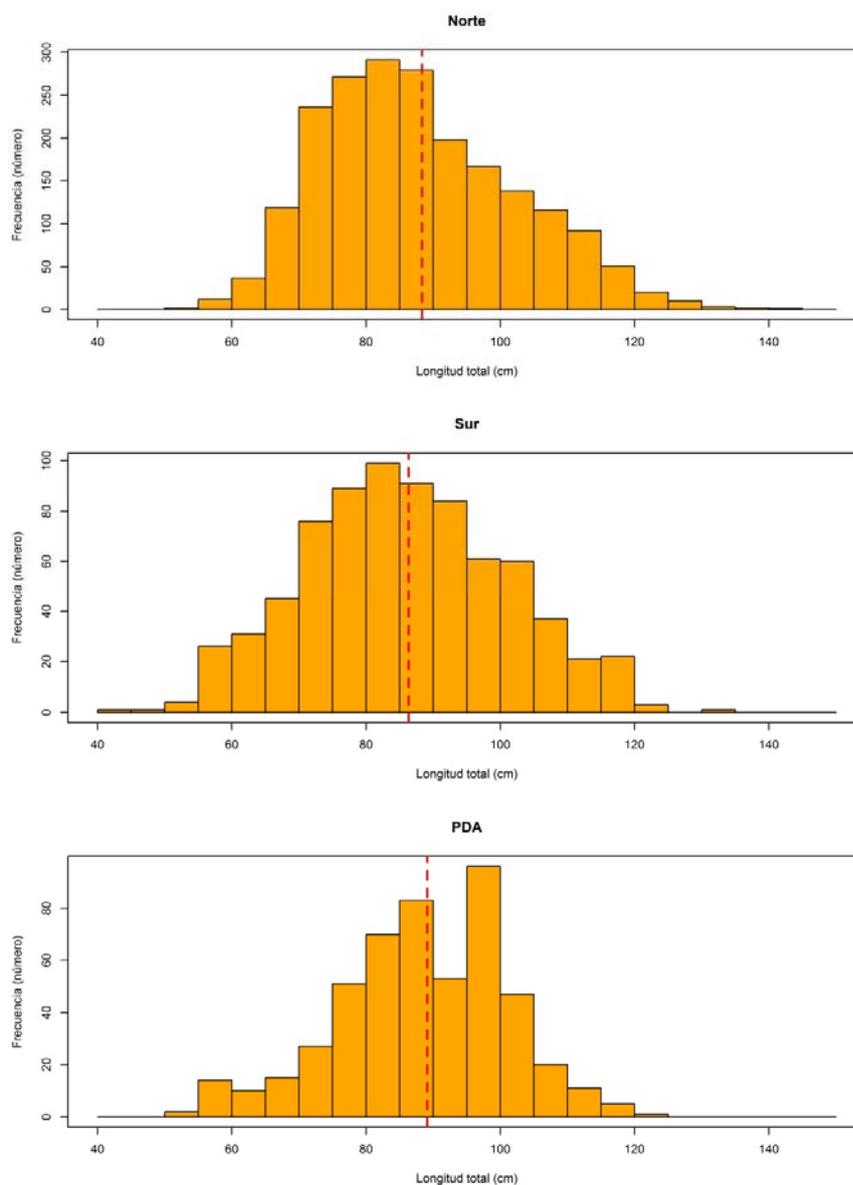


Fig. 31. Composición de tamaños de congrio dorado (sexos combinados) en la zona norte y sur del área de interés, y en la zona de la PDA. La línea roja segmentada representa la longitud promedio.

Tabla 23. Número de ejemplares de congrio dorado medido y pesado por mes y zona, utilizados en la determinación de los parámetros de la relación talla-peso.

Mes	Zona			Total
	Norte	Sur	PDA	
Ene.			35	35
Feb.	149	303		452
Mar.			129	129
Abr.	257	176		433
May.				
Jun.	251			251
Jul.	251			251
Ago.	276			276
Sep.	254			254
Oct.	253			253
Nov.	235			235
Total	1.926	479	174	2.569

Tabla 24. Parámetros de la relación longitud total (LT) - peso total (PT) de congrio dorado desde enero hasta abril de 2014 por mes y zona; n = tamaño de muestra.

Mes	Zona	Parámetros		n
		<i>a</i>	<i>b</i>	
Ene.	Norte			35
	Sur			
	PDA	$4,165 \times 10^{-3}$	3,028	
Feb.	Norte	$4,682 \times 10^{-3}$	3,003	268
	Sur	$4,644 \times 10^{-3}$	2,998	576
	PDA			
Mar.	Norte			470
	Sur			
	PDA	$1,678 \times 10^{-3}$	3,206	
Abr.	Norte	$3,740 \times 10^{-3}$	3,044	257
	Sur	$5,319 \times 10^{-3}$	2,972	176
	PDA			

En la Fig. 32 se muestra los ajustes de la relación talla-peso considerando todos los ejemplares medidos y pesados desde enero hasta noviembre de 2014 al norte de  $41^{\circ}28,6'$  S. En la Fig. 33 se muestra los ajustes a los datos para desde enero hasta abril por zona, mientras que en la Fig. 34 se presenta lo mismo para los meses de junio a noviembre de 2014.

Tabla 25. Parámetros de la relación longitud total (LT) - peso total (PT) mensual de congrio dorado desde enero hasta noviembre de 2014; n = tamaño de muestra.

Mes	Parámetros		n
	<i>a</i>	<i>b</i>	
Ene.			
Feb.	$4,793 \times 10^{-3}$	2,993	452
Mar.			
Abr.	$4,098 \times 10^{-3}$	3,027	433
May.			
Jun.	$1,264 \times 10^{-3}$	3,252	251
Jul.	$1,607 \times 10^{-3}$	3,226	251
Ago.	$6,454 \times 10^{-4}$	3,440	276
Sep.	$2,946 \times 10^{-3}$	3,128	254
Oct.	$2,620 \times 10^{-3}$	3,146	253
Nov.	$8,291 \times 10^{-3}$	2,893	235
Total	$1,195 \times 10^{-3}$	3,198	2.405

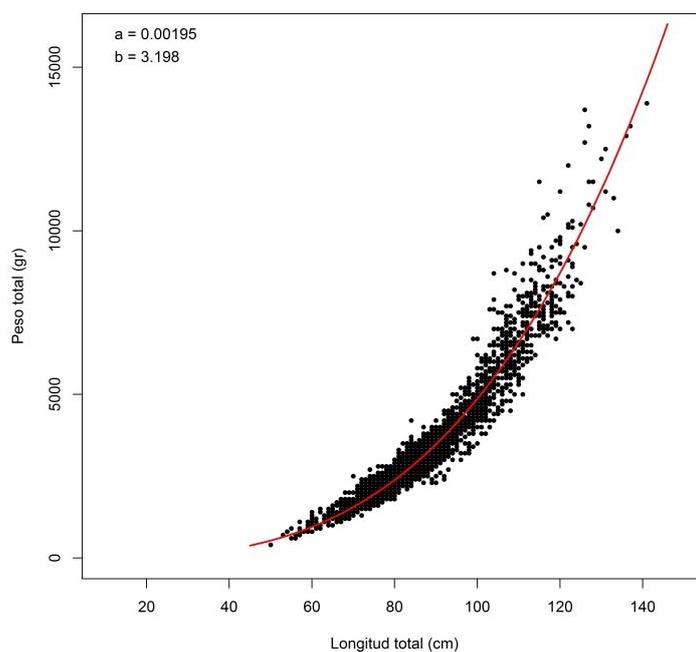


Fig. 32. Ajustes de la relación talla-peso de congrio dorado al norte de  $41^{\circ}28,6'S$ .

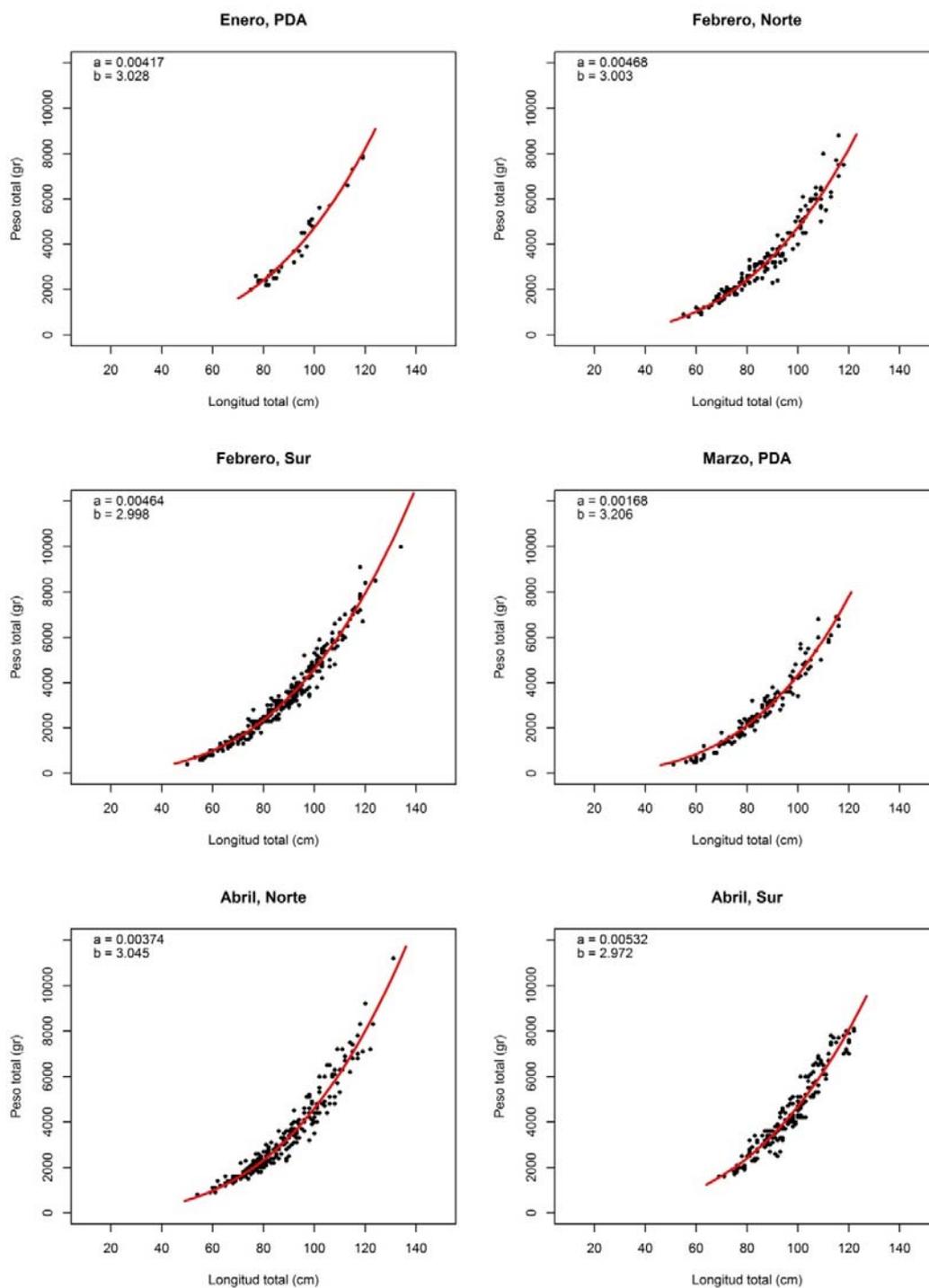


Fig. 33. Ajustes de la relación talla-peso de congrio dorado por mes (enero a abril de 2014) y zona.

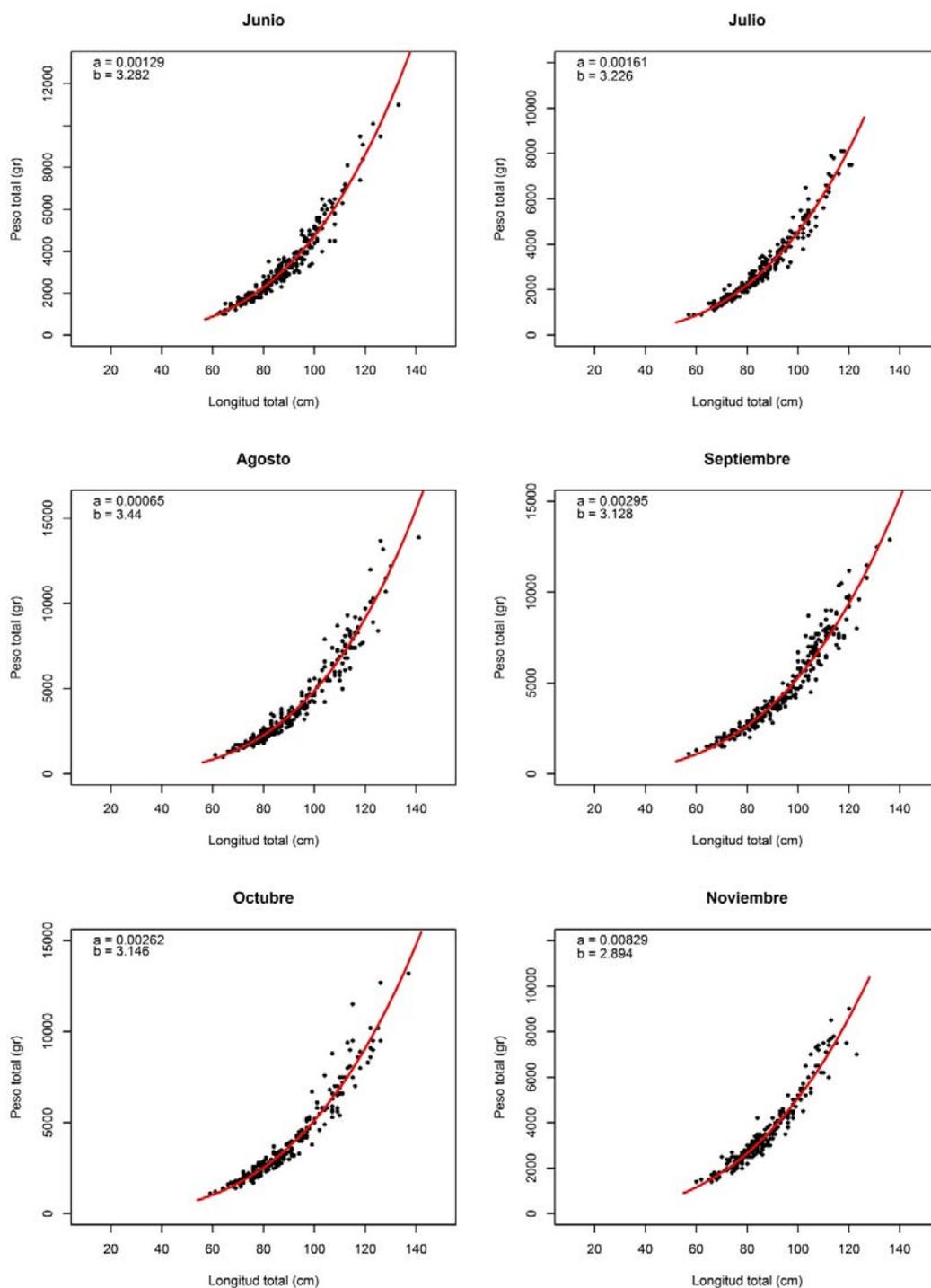


Fig. 34. Ajustes de la relación talla-peso de congrio dorado por mes (junio a noviembre de 2014).

## 7.4. Resultados del Objetivo Específico 3

Estimar parámetros de historia de vida de congrio dorado al norte de la unidad de pesquería sur austral.

### 7.4.1. Muestreos

En el marco del presente proyecto el personal técnico colectó información y muestras para análisis reproductivo a bordo de embarcaciones artesanales desde enero hasta noviembre de 2014. El esfuerzo de pesca desplegado por las lanchas en las que se muestreó congrio dorado en enero y marzo se focalizó al sur del paralelo  $41^{\circ}28,6' S$ , por lo que estos datos no fueron incluidos en el análisis de parámetros de historia de vida. En los embarques realizados en abril y noviembre no fue posible desembarcar las muestras de tejido reproductivo colectado debido a problemas de operatividad a bordo, mientras que en mayo no ocurrieron embarques como consecuencia del término de cuota comercial, así como mal tiempo climático y del estado del mar, con puertos cerrados para naves menores.

La mayor parte de los lances de pesca se realizaron frente al litoral de la XIV Región, al oeste y suroeste de Corral, y en menor frecuencia frente al litoral de las Regiones X y IX, lo que no permitió monitorear el proceso reproductivo por Región. Consecuentemente, el análisis reproductivo de congrio dorado integra toda la información obtenida al norte del paralelo  $41^{\circ}28,6'S$  en 2014 en el presente estudio.

Desde enero hasta abril de 2014 se identificó el sexo del 90% de los ejemplares de congrio dorado muestreados ( $n = 1.782$ ); el 10% restante fue calificado como indeterminado y correspondían a ejemplares inmaduros juveniles (Tabla 26). Cuando se consideró solo el área de interés (norte de  $41^{\circ}28,6'S$ ), se identificó el sexo en el 95% de los ejemplares muestreados ( $n = 2.697$ ), representando los indeterminados tan solo 5% (Tabla 27). Para cada uno de los meses muestreados el tamaño promedio de las hembras fue superior al tamaño promedio de machos (Tabla 28).

Tabla 26. Número y fracción (%) de ejemplares de congrio dorado por sexo, mes y zona desde enero hasta abril de 2014. Nomenclatura: M = machos; H = hembras; Ind. = indeterminados.

Zona	Sexo	Mes				Total
		Enero	Febrero	Marzo	Abril	
Norte	M		24 ( 8,9%)		36 (14,0%)	60 (11,4%)
	H		207 (77,3%)		221 (86,0%)	428 (81,5%)
	Ind.		37 (13,8%)			37 ( 7,1%)
Sur	M		99 (17,2%)		20 (11,4%)	119 (15,8%)
	H		372 (64,6%)		156 (88,6%)	528 (70,2%)
	Ind.		105 (18,2%)			105 (14,0%)
PDA	M	13 (37,1)		108 (22,9%)		108 (21,4%)
	H	17 (48,5)		362 (77,1%)		362 (71,7%)
	Ind.	5 (14,4)				35 ( 6,9%)
Total	M	13 (37,1)	123 (14,6%)	108 (22,9%)	56 (13,0%)	287 (16,1%)
	H	17 (48,5)	579 (68,6%)	362 (77,1%)	377 (87,0%)	1318 (73,9%)
	Ind.	5 (14,4)	142 (16,8%)			177 (10,0%)

Tabla 27. Número y fracción (%) de ejemplares de congrio dorado por sexo y mes desde enero hasta noviembre de 2014 al norte de 41°28,6'S. Los valores subrayados corresponden a la proporción sexual solo de machos y hembras.

	Machos	Hembras	Indet.	Total
Ene.				
Feb.	123 (14,6%) <u>(17,5%)</u>	579 (68,6%) <u>(82,5%)</u>	142 (16,8%)	844
Mar.				
Abr.	56 (16,8%)	277 (83,2%)		333
May.				
Jun.	35 (13,9%)	216 (86,1%)		251
Jul.	24 ( 9,6%)	227 (90,4%)		251
Ago.	59 (21,4%)	217 (78,6%)		276
Sep.	64 (25,2%)	190 (74,8%)		254
Oct.	72 (28,5%)	181 (71,5%)		253
Nov.	46 (19,6%)	189 (80,4%)		235
Total	479 (17,8%) <u>(18,7%)</u>	2076 (77,0%) <u>(81,3%)</u>	142 (5,2%)	2.697

La fracción de hembras en las capturas desde febrero hasta noviembre de 2014 (excluyendo los individuos indeterminados) fue entre 72% en octubre y 90% en julio. En las zonas norte y sur la fracción de hembras varió entre 70% (sur) y 82% (norte), mientras que en la PDA la fracción de hembras fue 74%. Sin embargo, tales diferencias no son significativas ( $P < 0,05$ ) entre zonas.

Para todo el período de estudio en el área de interés la fracción de hembras en las capturas fue 77%, si se considera a los ejemplares indeterminados, y 81% si se les excluye. La razón macho s: hembras es 1:4,4 (Tabla 27).

Tabla 28. Estadígrafos de longitud total (LT) para machos y hembras de congrio dorado en capturas efectuadas desde febrero hasta noviembre de 2014 al norte del paralelo 41°28,6' S (en paréntesis el tamaño de muestra)

Mes	Machos			Hembras		
	LT <sub>inferior</sub>	LT <sub>superior</sub>	LT <sub>prom.</sub>	LT <sub>inferior</sub>	LT <sub>superior</sub>	LT <sub>prom.</sub>
Ene.						
Feb.	44	111	72,8 (124)	50	124	86,2 (587)
Mar.						
Abr.	59	102	80,1 (56)	54	119	88,7 (313)
May.						
Jun.	63	106	76,5 (35)	62	133	89,1 (216)
Jul.	57	91	74,0 (24)	62	121	87,5 (227)
Ago.	61	119	83,9 (59)	64	141	93,3 (217)
Sep.	60	112	83,9 (64)	57	136	97,0 (190)
Oct.	59	137	79,8 (72)	64	126	91,9 (181)
Nov.	65	107	83,2 (46)	60	123	88,0 (189)

## 7.4.2. Condición reproductiva

### 7.4.2.1. Condición reproductiva macroscópica

La condición reproductiva de machos y hembras de congrio dorado, determinada macroscópicamente, indica que en todos los meses dominó una baja condición de madurez, tanto en machos como en hembras, con mayor frecuencia de los estadios 1 (inmaduro) y 2 (en maduración). Sólo en agosto, septiembre y octubre se registró un incremento en la frecuencia de los estadios de madurez más avanzados, esto es, estadio 3 (maduro) y estadio 4 (en desove) (Fig. 35). En septiembre el estadio maduro en machos correspondió a 12,5%, mientras que el estadio desovado representó el 4,7%. Complementariamente, para el mismo mes, el estadio IV en hembras alcanzó a 31,1%, explicado por hembras cuyas longitudes totales abarcaron desde 94 hasta 136 cm. En octubre el estado IV en hembras disminuyó a 13,8% (98 – 126 cm LT).

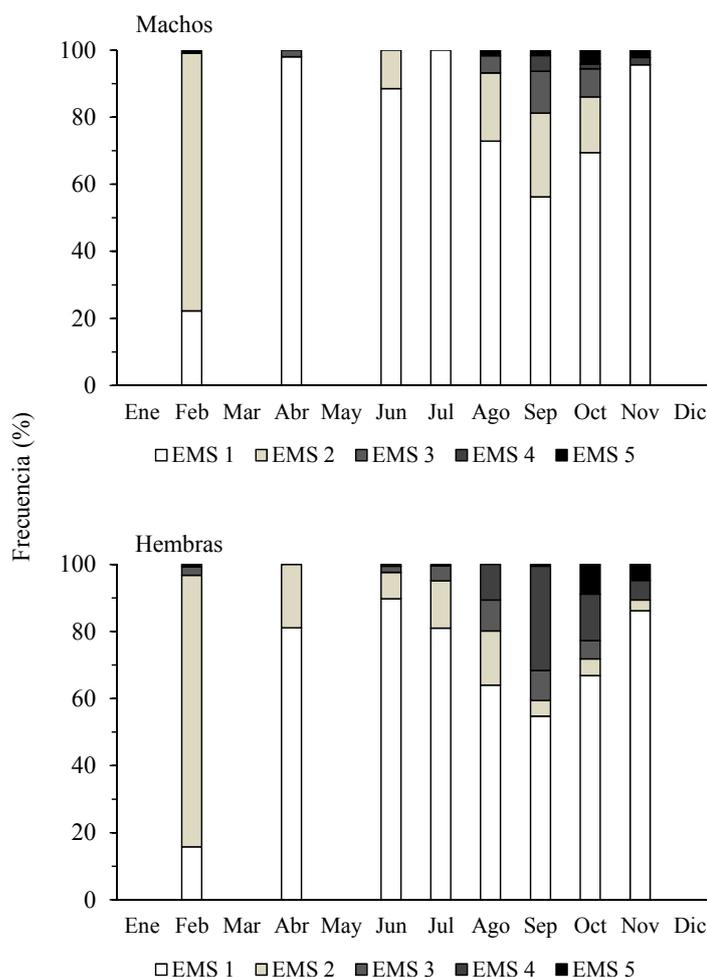


Fig. 35. Fracción (%) de estados de madurez sexual (EMS) en las capturas de congrio dorado desde enero hasta noviembre de 2014 por sexo.

#### 7.4.2.2. Condición reproductiva microscópica

Se analizó 244 hembras de congrio dorado mediante técnicas histológicas muestreadas en febrero y desde junio hasta octubre de 2014 (Tabla 29). La longitud total de los individuos muestreados abarcó el rango de tamaños 50-136 cm de LT, siendo agosto el mes con los ejemplares de mayor tamaño (109,3 cm LT) e IGS (2,03%) promedio. Además, en agosto se registró la actividad reproductiva más importante, seguida por septiembre y octubre (Fig. 36), cuando el estado de madurez microscópica maduro (EMS 3) representó 48% de las hembras analizadas, mientras que en septiembre se registró el porcentaje más alto de hembras en desove (EMS 4 = 36,6%). En

octubre los estados de madurez EMS 3 y EMS 4 representaron conjuntamente el 27% de las hembras.

Tabla 29. Estadígrafos de la longitud total (LT) y el índice gonosomático (IGS) en hembras de congrio dorado analizadas mediante técnicas histológicas. Período: febrero y junio-octubre de 2014 al norte del paralelo 41°28,6' S (en paréntesis el tamaño de muestra).

Mes	Hembras					
	LT <sub>inferior</sub>	LT <sub>superior</sub>	LT <sub>prom.</sub>	IGS <sub>inferior</sub>	IGS <sub>superior</sub>	IGS <sub>prom.</sub>
Ene.						
Feb.	50	118	87,9 (90)	0,24	1,88	0,64
Mar.						
Abr.						
May.						
Jun.	80	119	97,1 (23)	0,42	1,08	0,73
Jul.	78	117	93,9 (28)	0,37	1,24	0,69
Ago.	89	127	109,3 (25)	0,29	5,26	2,03
Sep.	67	136	98,4 (41)	0,32	4,48	1,75
Oct.	71	126	94,9 (37)	0,37	5,16	1,35
Nov.						

### 7.4.3. Índice Gonadosomático

La baja frecuencia de machos en las capturas condicionó el menor número de estructuras reproductivas de machos que logramos coleccionar para el registro del peso de la gónada y posterior cálculo del IGS, por lo que sólo en hembras fue posible realizar el seguimiento de este indicador macroscópico. Los mayores valores del IGS en hembras fueron registrados desde agosto hasta octubre de 2014 (Tabla 30). En febrero, junio y julio el IGS en hembras presentó valores menores a 2% para todo el rango de tamaños observados, mientras que en agosto, septiembre y octubre el IGS mostró mayor dispersión en ejemplares >100 cm de LT, alcanzando sobre 5% (Fig. 37).

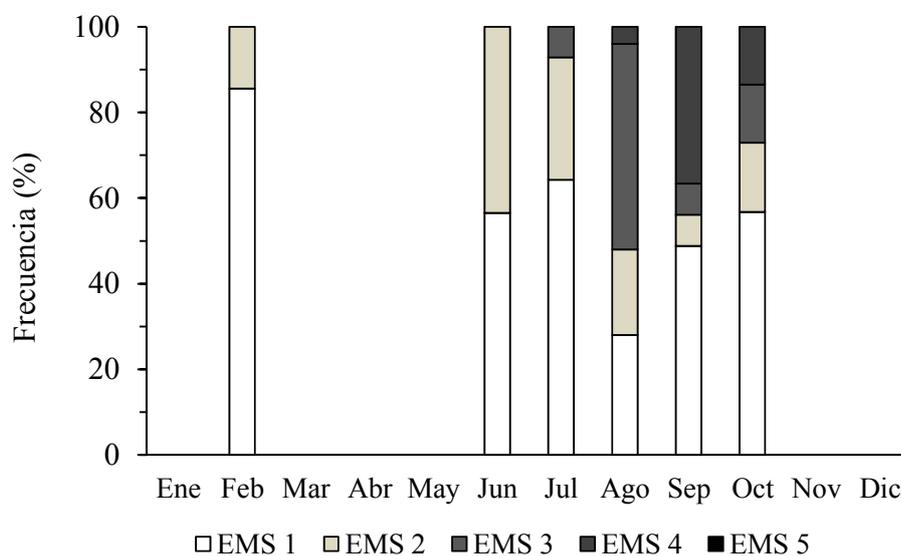


Fig. 36. Frecuencia de estados de madurez sexual microscópica para hembras de congrio dorado. Período: febrero y junio-octubre de 2014 al norte del paralelo 41°28,6' S.

Tabla 30. Estadígrafos del Índice Gonadosomático (IGS%) para machos y hembras de congrio dorado en capturas efectuadas en el periodo febrero a noviembre de 2014 al norte del paralelo 41°28,6' S (en paréntesis el tamaño de muestra).

Mes	Machos			Hembras		
	IGS <sub>inferior</sub>	IGS <sub>superior</sub>	IGS <sub>prom.</sub>	IGS <sub>inferior</sub>	IGS <sub>superior</sub>	IGS <sub>prom.</sub>
Ene.						
Feb.	0,01	1,04	0,09 (25)	0,07	1,88	0,61 (150)
Mar.						
Abr.						
May.						
Jun.	0,03	0,13	0,06 (5)	0,42	1,08	0,73 (25)
Jul.				0,37	1,24	0,69 (29)
Ago.	1,58	1,58	1,58 (1)	0,29	5,26	1,92 (29)
Sep.				0,32	4,62	1,84 (49)
Oct.				0,37	5,16	1,38 (40)
Nov.						

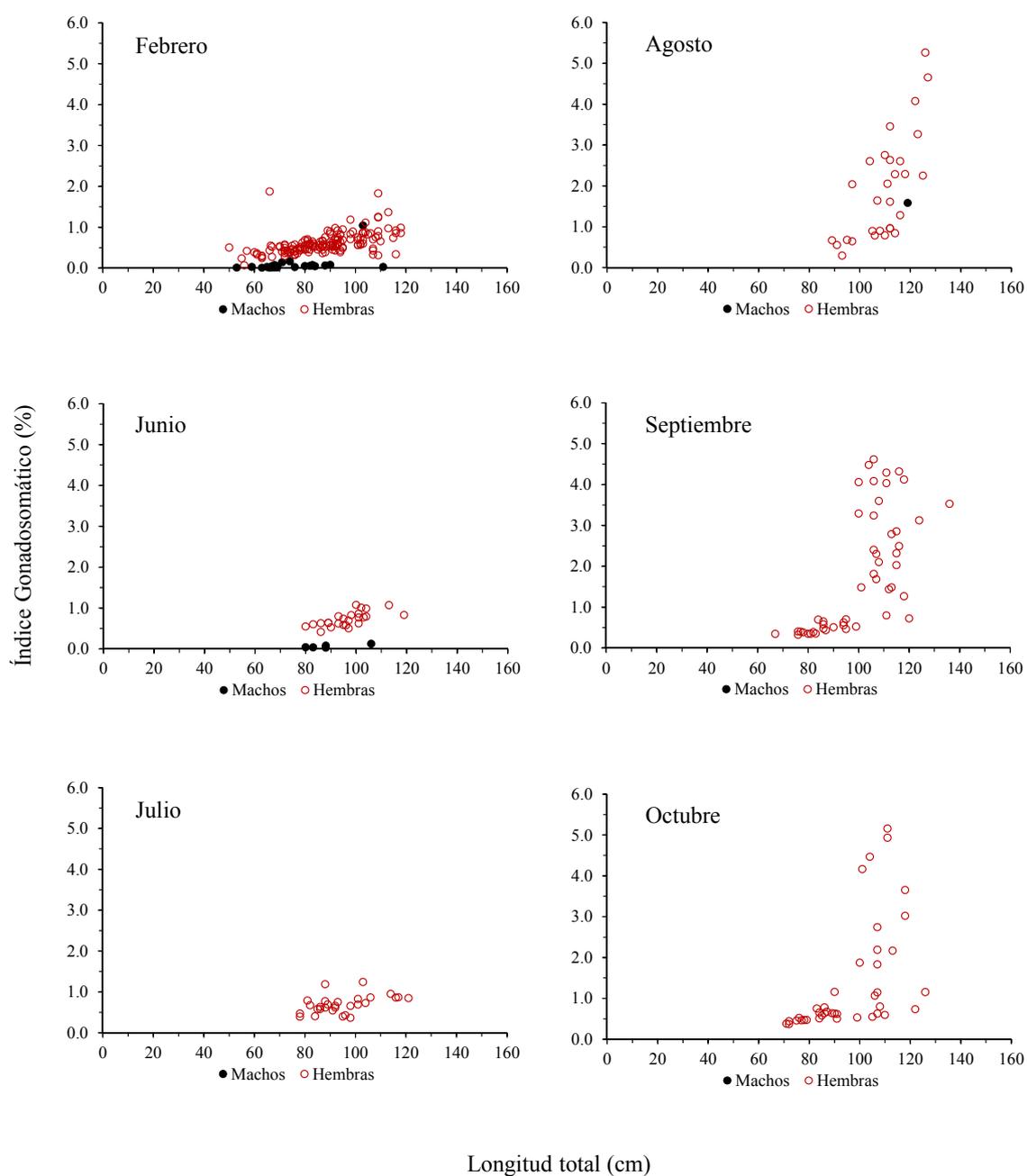


Fig. 37. Índice Gonadosomático según longitud total en machos y hembras de congrio dorado. Período: febrero a noviembre de 2014 al norte del paralelo 41°28,6' S.

#### 7.4.4. Talla mediana o promedio de madurez

Para el cálculo de la talla media o promedio de madurez sexual en hembras de congrio dorado se utilizó la información colectada en los meses con mayor actividad reproductiva, esto es, desde agosto hasta octubre de 2014. Como restricción adicional sólo fue considerada la data cuya madurez fue obtenida mediante análisis histológico. Aunque esta base de datos es más reducida, al mismo tiempo es más confiable debido al menor error en la asignación del estado de madurez en comparación con la observación macroscópica. El número total de hembras fue de 103.

##### 7.4.4.1. Método del incremento relativo en el Índice Gonadosomático

La mayor diferencia en el Índice Gonadosomático promedio se registró entre los intervalos de tamaño 95,0 a 99,9 cm de LT y 100,0 a 104,4 cm de LT, con un incremento relativo de 313% (Tabla 31), lo que indica que en alrededor de 100,0 cm de LT las hembras de congrio dorado alcanzan la talla media de madurez.

Tabla 31. Índice Gonadosomático promedio (IGS prom.) para intervalos de 5,0 cm LT en hembras de congrio dorado.

Rango	Frec.	IGS <sub>prom.</sub>	% Dif.
65,0 - 69,9	1	0,34	
70,0 - 74,9	3	0,40	15,7
75,0 - 79,9	9	0,44	9,0
80,0 - 84,9	8	0,51	16,5
85,0 - 89,9	10	0,61	20,9
90,0 - 94,9	9	0,61	-1,0
95,0 - 99,9	7	0,80	31,8
<b>100,0 - 104,9</b>	<b>8</b>	<b>3,30</b>	<b>313,2</b>
105,0 - 109,9	14	1,71	-48,3
110,0 - 114,9	15	2,64	54,3
115,0 - 119,9	10	2,77	5,3
120,0 - 124,9	4	2,80	1,0
125,0 - 129,9	4	3,33	18,9
135,0 - 139,9	1	3,53	

#### 7.4.4.2. Ajuste de modelo logístico mediante máxima verosimilitud

En la Tabla 32 se resume los estadígrafos del ajuste de la ojiva de madurez con el procedimiento de máxima verosimilitud. La mediana de madurez en hembras de congrio dorado correspondió a 106,7 cm LT (intervalo: 100,0 - 114,5 cm de LT). En tallas menores a 95,0 cm de LT las hembras se presentaron inmaduras, y sólo por sobre ese tamaño fue posible observar actividad reproductiva (Fig. 38), incrementándose la fracción de hembras maduras.

Tabla 32. Resumen de estadígrafos del ajuste la curva logística de madurez con máxima verosimilitud para hembras de congrio dorado. Período: agosto a octubre de 2014 al norte del paralelo 41°28,6' S.

Parámetro	Estimado	S.D.	Lim <sub>inferior</sub>	Lim <sub>superior</sub>
$\beta_2$	14,705	4,885	4,728	24,682
$\beta_3$	-0,138	0,046	-0,232	-0,044
LT <sub>50%</sub>	106,7		100,0	114,5
Correlación	-0,996			

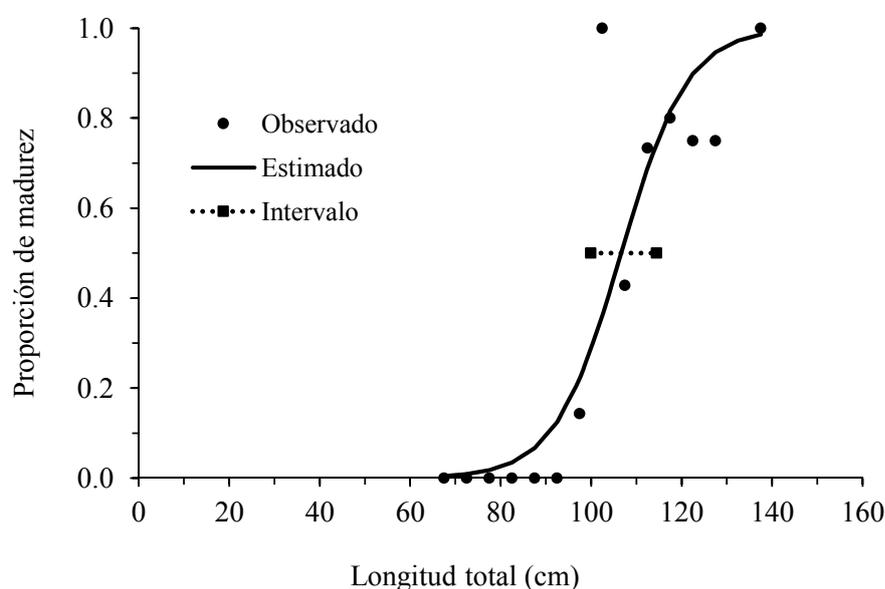


Fig. 38. Ojiva de madurez con la frecuencia de estados de madurez sexual microscópicos de hembras de congrio dorado. Período: agosto a octubre de 2014 al norte del paralelo 41°28,6' S.

#### 7.4.4.3. Estimación de la fecundidad

La relación entre la fecundidad parcial y la longitud total mostró baja correlación (Fig. 39;  $r^2 = 0,25$ ). La relación entre la fecundidad parcial y el peso total también se ajustó a un modelo lineal, aunque con mayor bondad de ajuste ( $r^2 = 0,316$ ).

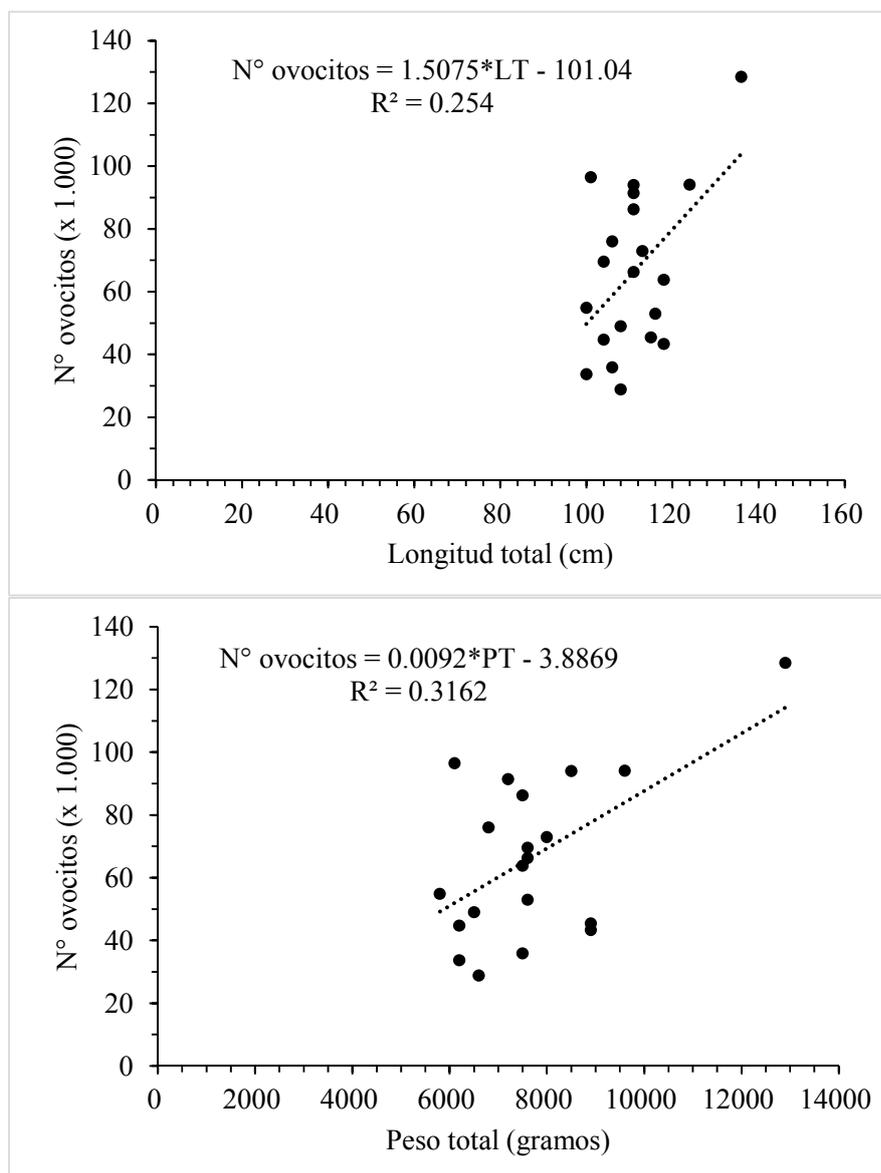


Fig. 39. Fecundidad en relación a la longitud total y peso total de congrio dorado. Período: septiembre a octubre de 2014 al norte del paralelo  $41^{\circ}28,6' S$ .

#### 7.4.5. Mortalidades

*Genypterus blacodes* es un pez demersal que se distribuye en el Hemisferio Sur y sustenta una importante pesquería comercial en Chile, donde es explotado a través de una extensa área geográfica (Baker *et al.*, 2014). Aunque la pesquería se ha desarrollado históricamente entre Talcahuano (36° 44'S) y el Cabo de Hornos (57° 00'S), la mayor intensidad de pesca ha ocurrido en la denominada Zona Sur-Austral de Chile (41° 28' a 57° 00'S) (Wiff *et al.*, 2011), donde el recurso congrio dorado constituye administrativamente dos unidades de pesquería, a saber: la unidad de pesquería norte (UPN, 41°28,6'S – 47°00'S) y la Unidad de Pesquería Sur (UPS, 47°00'S – 57°00'S) (Wiff *et al.*, 2006).

Para estas unidades de pesquería, Wiff *et al.* (2007) reportaron diferencias significativas en parámetros de historia de vida de congrio dorado, por ejemplo, en los parámetros de crecimiento. Al respecto, en la UPS los ejemplares de congrio dorado alcanzarían tanto longitudes asintóticas como tasas de sobrevivencia más altas respecto de la zona norte (Baker *et al.*, 2014). Por esta razón, las estimaciones de mortalidad natural que acá se presentan, en ausencia de parámetros de crecimiento distintos al norte de 41°28,6'S, se adscriben a las unidades de pesquería señaladas. A diferencia de la mortalidad natural (M), en el caso de la estimación de mortalidad total (Z), dado que se cuenta con estructuras de tamaño por sexo al norte de 41°28,6'S, es posible obtener estimados de Z para el área de estudio y contrastarlos con los de la zona sur austral.

##### 7.4.5.1. Mortalidad natural

En la Tabla 33 se presenta resultados de los parámetros de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy obtenidos de Wiff *et al.* (2007), los que fueron utilizados para la estimación de M de congrio dorado con diferentes métodos bioanalógicos. En la misma Tabla se presenta estimaciones y desviaciones estándar de otros parámetros utilizados para la UPN. En la Tabla 34 se presenta resultados de estimaciones de M de la UPS y sus parámetros de crecimiento.

Tabla 33. Parámetros de crecimiento de la ecuación von Bertalanffy (tomados de Wiff *et al.*, 2007), edad máxima teórica ( $T_{máx}$ ) y edad crítica ( $t^*$ ) utilizados en estimaciones de  $M$  y  $Z$  para la UPN; desviación estándar en paréntesis.

Sexo	$L_{\infty}$ (cm)	$K$ (año <sup>-1</sup> )	$t_0$ (años)	$T_{máx}$ (años)	$t^*$ (años)
Machos	97,2 (0,249)	0,24 (0,002)	-0,84 (0,010)	11,6 (0,111)	4,4 (0,042)
Hembras	117,4 (0,392)	0,18 (0,002)	-0,59 (0,011)	15,7 (0,184)	6,0 (0,070)
Ambos	111,5 (0,273)	0,19 (0,001)	-0,91 (0,009)	15,2 (0,094)	5,8 (0,035)

Tabla 34. Parámetros de crecimiento de la ecuación von Bertalanffy (tomados de Wiff *et al.*, 2007), edad máxima teórica ( $T_{máx}$ ) y edad crítica ( $t^*$ ) utilizados en estimaciones de  $M$  y  $Z$  para UPS; desviación estándar en paréntesis.

Sexo	$L_{\infty}$ (cm)	$K$ (año <sup>-1</sup> )	$t_0$ (años)	$T_{máx}$ (años)	$t^*$ (años)
Machos	101,0 (0,26)	0,21 (0,002)	-1,76 (0,016)	12,6 (0,151)	4,8 (0,057)
Hembras	123,2 (0,29)	0,16 (0,001)	-1,25 (0,010)	16,9 (0,118)	6,4 (0,045)
Ambos	123,4 (0,29)	0,15 (0,001)	-1,78 (0,010)	18,6 (0,147)	7,1 (0,056)

Con los parámetros de crecimiento ( $K$ ,  $L_{\infty}$ ), más la edad máxima teórica ( $T_{máx}$ ), la edad crítica ( $t^*$ ) y los coeficientes de los modelos remuestreados mediante procedimiento Monte Carlo, se estimó  $M$  mediante los diferentes modelos seleccionados. Otros datos corresponden a la temperatura promedio anual del hábitat, la que se requiere para el método de Pauly (1980), y que se asumió entre 8 y 11°C (Bustos *et al.*, 2007), la que fue remuestreada mediante distribución uniforme. La edad de reclutamiento, requerida por los métodos de Alagaraja (1984) y Taylor (1960), fue fijada en 4 años (Wiff *et al.*, 2007), remuestreándola con  $CV = 0,2$ .

No se aplicó en este análisis el modelo de Rikhter & Efanov (1976), comprometido en la Oferta Técnica, debido a que requiere la edad media de madurez, parámetro que debe ser revisado y consensuado por cuanto su valor se escapa de estimaciones previas. De los 5 métodos restantes se observa dos grupos de estimaciones. El primer grupo considera los modelos de Pauly (1980), Jensen (1996) y Alverson & Cartney (1975) con estimaciones de  $M$  promedio para congrio dorado entre 0,21 y 0,38 año<sup>-1</sup>. El segundo grupo está compuesto por los modelos de Alagaraja (1984) y Taylor (1960) con estimaciones de  $M$  promedio entre 0,54 y 0,81 año<sup>-1</sup>.

Un análisis somero de  $M$  para congrio dorado por sexo y por zona (Tabla 35) señala que para los modelos del primer grupo las estimaciones de  $M$  son mayores para la UPN (machos, hembras y ambos sexos), mientras que los modelos del segundo grupo entregan estimaciones de  $M$  con mayores valores para la UPS. Las varianzas en todas las estimaciones son bajas para ambas zonas y sexos. Sin embargo, los modelos del segundo grupo son los que presentan las menores varianzas.

Tabla 35. Promedio de mortalidad natural (año<sup>-1</sup>) en congrio dorado para cada modelo por zona (UPN y UPS), sexo y sexos combinados.

Unidad de pesquería	Sexo	Método de estimación				
		Pauly (1980)	Jensen (1996)	Alverson & Cartney (1975)	Alagaraja (1984)	Taylor (1960)
UPN	Machos	0,33 (0,017)	0,36 (0,018)	0,38 (0,019)	0,54 (0,0010)	0,67 (0,0008)
	Hembras	0,26 (0,012)	0,27 (0,010)	0,28 (0,010)	0,67 (0,0003)	0,77 (0,0002)
	Ambos	0,27 (0,012)	0,27 (0,011)	0,29 (0,011)	0,66 (0,0004)	0,76 (0,0002)
UPS	Machos	0,30 (0,014)	0,31 (0,013)	0,36 (0,017)	0,58 (0,0010)	0,70 (0,0006)
	Hembras	0,24 (0,010)	0,24 (0,008)	0,26 (0,009)	0,70 (0,0002)	0,79 (0,0001)
	Ambos	0,22 (0,009)	0,22 (0,007)	0,24 (0,008)	0,73 (0,0002)	0,81 (0,0001)

En la Tabla 36 se presenta estimaciones de  $M$  ponderadas por el inverso de la varianza de cada modelo, ponderando sólo los valores de los modelos pertenecientes al grupo 1 (Pauly, 1980; Jensen, 1996; Alverson & Cartney, 1975) por considerar nosotros que esas estimaciones concuerdan mejor con la historia de vida de congrio dorado que las entregadas por los modelos del grupo 2 (Alagaraja, 1984; Taylor, 1960). Tampoco se considera la menor varianza en las estimaciones de  $M$  del segundo grupo de modelos. En consecuencia, se observa que  $M$  es mayor en machos que en hembras. Análogamente a las estimaciones de cada modelo individual (Tabla 35), las estimaciones de  $M$  de la Tabla 36 siempre presentan valores mayores para la UPN respecto de la UPS.

#### 7.4.5.2. Mortalidad total ( $Z$ )

La mortalidad total ( $Z$ ) fue estimada mediante el método de Hoenig (1983) para congrio dorado de cada una de las unidades de pesquería de la zona sur-austral o PDA. Además, se estimó  $Z$  para

el área de estudio (norte de 41°28,6'S) y para la unidad de pesquería norte de la PDA mediante el método de van Sickle (1977), dado que se dispuso de estructuras de tamaño de congrio dorado por sexo en ambas zonas (Tabla 37). En el caso de la UPN las muestras corresponden sólo a los meses de enero y marzo de 2014, mientras que para el norte de 41°28,6'S las muestras fueron colectadas desde enero hasta noviembre de 2014, con la excepción de marzo y mayo.

Tabla 36. Estimaciones de mortalidad natural ( $M$ ; año<sup>-1</sup>) ponderado por el inverso de la varianza de cada modelo.

Sexo	M ponderado	
	UPN	UPS
Machos	0,35	0,32
Hembras	0,27	0,25
Ambos	0,28	0,23

Tabla 37. Estimaciones de mortalidad total ( $Z$ , año<sup>-1</sup>) según los métodos de Hoening (1983) y van Sickle (1977) por área y sexo.

Sexo	Método de Hoening (1983)			Método de van Sickle (1977)		
	Norte 41°28,6'S	UPN	UPS	Norte 41°28,6'S	UPN	UPS
Machos	---	0,54	0,51	0,261	0,351	---
Hembras	---	0,44	0,42	0,218	0,189	---
Ambos	---	0,45	0,40	0,204	0,185	---

#### 7.4.6. Propuesta de un modelo conceptual de historia de vida en congrio dorado

##### 7.4.6.1. Distribución y ciclo reproductivo

De acuerdo con Freijo *et al.* (2009), *G. blacodes* se distribuye por el Océano Pacífico Sur desde Coquimbo (29°55'S) hasta el sur de Chile, y por el Océano Atlántico desde el extremo sur de Argentina hasta 34°S. Louge *et al.* (1992) señalan que *G. blacodes* también se encuentra en aguas de Nueva Zelanda. Más recientemente, Paredes & Bravo (2005) informan que la estación principal de desove de *G. blacodes* en el sur de Chile se extiende desde agosto hasta noviembre y que la talla media de madurez es de 86,6 cm de LT en el año 1999 y de 84,8 cm de LT en el año

2000. Previamente, Aguayo *et al.* (2001) informaron que el período reproductivo principal de *G. blacodes* en el sur de Chile se extendía desde septiembre hasta noviembre. En el presente estudio se determinó que el máximo período reproductivo es desde agosto hasta octubre.

#### **7.4.6.2. Stocks**

Canales-Aguirre *et al.* (2010) determinaron mediante análisis con ADN mitocondrial de *G. blacodes* que esta especie en el sur de Chile (41°S a 57°S) constituye solo un stock genético, esto es, una misma población biológica. Sin embargo, Ward *et al.* (2001) señalan que no existe evidencia que permita rechazar la hipótesis de más de un solo stock al aplicar la técnica de aloenzimas y microsatélite. Para *G. blacodes* de Nueva Zelanda, Horn (2013) realizan la evaluación de stock anual considerando cinco stocks, aunque han acordado la existencia de ocho, pero tres aportan con menos del 5% a la abundancia del stock. La adopción del criterio de cinco stocks de *G. blacodes* en aguas de Nueva Zelanda la informó Horn (2005) sobre la base de considerar pobre a la técnica genética para definir stock, y luego considerar “lógica” la adopción de un criterio sobre la base de parámetros de la historia de vida. Sin embargo, Horn (2005) señala que el estudio de parásitos como marcas puede ser útil, lo que no ha sido realizado hasta ahora.

Nosotros adherimos a la hipótesis de la existencia de un solo stock (genético) de *G. blacodes* en el sur de Chile y que ese criterio puede extenderse a manejar a este recurso pesquero como una sola unidad de administración pesquera.

#### **7.4.6.3. Parámetros de historia de vida**

Baker *et al.* (2014) señalan que *G. blacodes* en Chile se extiende en una extensiva área geográfica y que la pesquería fue originalmente dividida en una zona norte (41°28'S a 47°00'S) y una zona sur (47°00'S a 57°00'S) con propósitos de manejo. Además, ellos señalan que los individuos de la zona sur alcanzan mayor tamaño asintótico y que las hembras de la zona norte presentan mayor IGS, postulando la hipótesis de dos stocks separados, especulando luego que las hembras de la zona norte han desarrollado una estrategia de historia de vida que favorece la maduración

temprana que las hembras de la zona sur. Además, Baker *et al.* (2014) muestran como evidencia que tanto la forma de la ojiva de madurez como la talla media de madurez de hembras de *G. blacodes* entre ambas zonas son distintas. La talla media de madurez para la zona norte se estimó en 87,9 cm de LT y para la zona sur en 90,9 cm de LT.

Los resultados del presente proyecto señalan que la talla media de madurez de *G. blacodes* es 114 cm LT para la zona de estudio, que es mayor a la informada por Baker *et al.* (2014). Las razones de tales diferencias pueden ser, por ejemplo, algunas o todas como las siguientes: (1) que nuestro muestreo biológico-específico fue regular a bordo de lanchas artesanales justo en el máximo período reproductivo; (2) intensificación del muestreo a bordo, cubriendo el mayor rango de tamaños posible de hembras en las capturas; (3) mayor disponibilidad relativa de ejemplares adultos grandes (hembras) en las capturas de 2014, particularmente en el máximo período reproductivo; y, (4) confianza mutua entre el técnico a bordo, el patrón y la tripulación, lo que permite mejores muestreos.

Respecto de parámetros de crecimiento, Wiff *et al.* (2007) comunican que existen diferencias significativas en los parámetros de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy aplicada a *G. blacodes* (sexos combinados) de las zonas nor-austral ( $L_{\infty} = 111,4$  cm de LT;  $K = 0,186$  año<sup>-1</sup>;  $t_0 = -0,912$  años) y sur-austral ( $L_{\infty} = 123,4$  cm de LT;  $K = 0,147$  año<sup>-1</sup>;  $t_0 = -1,779$  años). Previamente, Chong and Aguayo (1990) comunicaron los siguientes parámetros de crecimiento para *G. blacodes* del sur de Chile por sexo: machos,  $L_{\infty} = 117,5$  cm de LT y  $K = 0,179$  año<sup>-1</sup>; hembras,  $L_{\infty} = 134,8$  cm de LT;  $K = 0,141$  año<sup>-1</sup>). En el presente estudio no se indagó en estos parámetros de crecimiento *G. blacodes*. Sin embargo, podemos comentar que las diferencias de  $L_{\infty}$ ,  $K$  y  $t_0$  entre zonas administrativas podrían depender fuertemente de los muestreos, esto es, los resultados de Wiff *et al.* (2007) pueden ser curvas dependientes de las capturas o condicionadas por aquellas o distribución de frecuencias tamaño-dependientes entre las zonas nor-austral y sur-austral. Además,  $K$  y  $L_{\infty}$  se relacionan inversamente por lo que, si se estima un menor valor de  $L_{\infty}$  para congrio dorado de la zona nor-austral, que es  $L_{\infty} = 111,4$  cm de LT, vs.  $L_{\infty} = 123,4$  cm de LT para la zona sur-austral, entonces  $K$  será mayor para la zona nor-austral ( $K = 0,186$  año<sup>-1</sup>) que para la zona sur-austral ( $K = 0,147$  año<sup>-1</sup>), obviamente. Cuando se analiza  $t_0$  se confirma que pudo haber habido alto sesgo en los muestreos de tallas de *G. blacodes* en las

capturas, pues ese valor es alto –en valor absoluto– para la zona nor-austral ( $t_0 = -0,912$  años) y muy alto para la zona sur-austral ( $t_0 = -1,779$  años).

La mortalidad natural ( $M$ ) de *G. blacodes* ha sido estimada mediante métodos bio-analógicos por Ojeda *et al.* (1986), informándose lo siguiente: machos,  $M = 0,22$  a  $0,30$  año<sup>-1</sup>; hembras,  $M = 0,18$  a  $0,26$  año<sup>-1</sup>. Posteriormente, Wiff *et al.* (2011) estimaron  $M$  para sexos conjuntos por unidad de pesquería de *G. blacodes* en Chile, informando que el método de Pauly (1980) parece ser el más adecuado, comunicando lo siguiente: zona norte,  $M = 0,27$  año<sup>-1</sup> (IC: 0,13 - 0,47); zona sur,  $M = 0,23$  año<sup>-1</sup> (IC: 0,11 – 0,40).

Nuestras estimaciones de  $M$  (año<sup>-1</sup>) en *G. blacodes* por zona son las siguientes (el primer valor corresponde a la unidad de pesquería norte y el segundo a la unidad de pesquería sur): machos,  $M$  de 0,35 a 0,32; hembras,  $M$  de 0,27 a 0,25; sexos combinados,  $M$  de 0,28 a 0,23. Sin embargo, destacamos que  $M$  es fuertemente  $K$ -dependiente, por lo que este tema está abierto a discusión. Comparativamente, Cordo (2011) asume que  $M=0,2$  año<sup>-1</sup> para *G. blacodes* (sexos combinados) del Océano Atlántico Sur en aguas de Argentina, lo que parece ser muy bajo.

#### **7.4.6.4. Alineamiento de edades de una cohorte explotada de *G. blacodes* en la zona sur de Chile**

Los principales parámetros a considerar para esquematizar el alineamiento de edades de una cohorte explotada son la edad de reclutamiento ( $t_r$ ), la edad de primera captura ( $t_c$ ), la edad máxima disponible al arte de pesca en la fase explotada ( $t_m$ ), la edad máxima en la zona de pesca o fase explotable o stock ( $t_M$ ) y la edad de longevidad en la población ( $t_{máx}$ ) (Fig. 40). Nota: alternativamente las edades señaladas recién pueden ser llevadas a tallas ( $l$ ), por lo que se tendrá  $l_r$ ,  $l_c$ ,  $l_m$ ,  $l_M$  y  $l_{máx}$ , respectivamente.

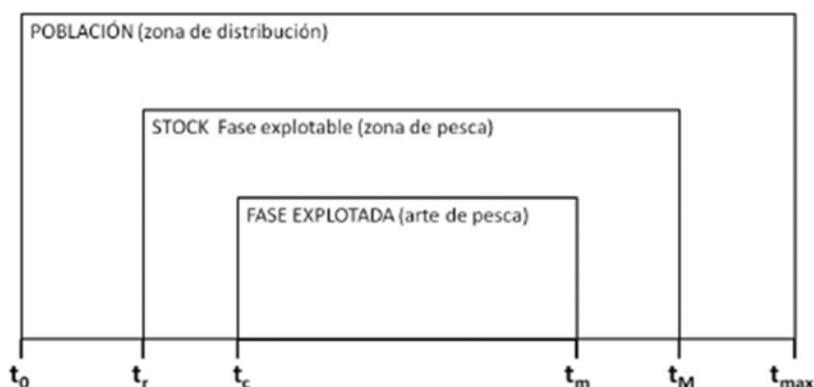


Fig. 40. Alineamiento de edades de una cohorte explotada.

Por lo tanto, para *G. blacodes* de la zona sur de Chile adoptamos los siguientes valores para el alineamiento de tallas (en longitud total y sexos combinados) de la población:

- talla de reclutamiento :  $l_r = 60$  cm;
- talla de primera captura :  $l_c = 70$  cm;
- longitud máxima en la fase explotada :  $l_m = 100$  cm machos y 120 cm hembras;
- longitud máxima en la fase explotable :  $l_M = 110$  cm machos y 130 cm hembras;
- longitud de longevidad :  $l_m = 147$  cm;

Adicionalmente, la longitud crítica ( $l^*$ ), que corresponde a aquella donde la biomasa de la cohorte se maximiza, es

- longitud crítica :  $l^* = 90$  cm.

## 8. Discusión

Para el diseño de muestreo y distribución del esfuerzo de muestreo se consideró información histórica de desembarque de congrio dorado por región para el período 2009 a 2013 al norte de 41°28,6' S. La fracción de desembarques en la X Región, al norte del paralelo señalado, representó en promedio 10,6% del desembarque de la zona. Sin embargo, luego de indagar en los puertos de San Vicente y Lebu en la VIII Región, Valdivia y Corral en la XIV Región, y Puerto Montt, Calbuco y Carelmapu en la X Región, respecto de la disponibilidad de embarcaciones en las cuales embarcar observadores para recoger información biológica y pesquera del recurso congrio dorado en este proyecto, se concluyó que solo era posible hacerlo en los puertos de Valdivia y Corral en la XIV Región, y Carelmapu en la X Región. Por el contrario, en la VIII Región los pescadores de San Vicente declararon que ellos no estaban capturando congrio dorado y la misma situación se nos comunicó en Lebu, donde los pescadores indicaron que su interés estaba dirigido actualmente a la pesca de reineta como especie objetivo.

Se contactó recurrentemente a dirigentes de diferentes agrupaciones sociales de la VIII Región (Lebú y San Vicente) para programar fechas de reuniones y aplicar las encuestas a armadores artesanales cuyas embarcaciones se encuentran registradas para la pesca de congrio dorado. Sin embargo, fue totalmente imposible concretar alguna reunión debido a que los dirigentes de varias agrupaciones esgrimieron siempre tener otros compromisos o no contar con interesados entre sus afiliados como para ser encuestados, a pesar de sus compromisos previos de poner su información a disposición de este proyecto. Sin embargo, recién en octubre de 2014 se logró encuestar a poco menos de 20 naves artesanales de Lebu que en años anteriores capturaban congrio dorado y que poseen autorización actualizada para operar sobre dicho recurso pesquero.

Sobre la base de la información histórica revisada y la disponibilidad de embarcaciones en los principales puertos de desembarque de congrio dorado al norte de 41°28,6' S, en febrero y marzo de 2014 se visitó los puertos de Niebla, Caleta Amargos (Corral), Los Molinos y Valdivia en la XIV Región, y Calbuco, Dalcahue y Carelmapu en la X Región. En esos puertos se aplicó la encuesta de caracterización de la flota (Anexo 1) en Niebla, Corral y Valdivia (XIV Región), y Carelmapu (X Región). En total se encuestó 32 embarcaciones (de las cuales se pudo utilizar 31), perteneciendo 11 de ellas a la XIV Región, 3 a Carelmapu (X Región) y 18 a Lebu (VIII Región).

Otro elemento no menor impactó el desempeño del proyecto fue la determinación de la cuota de captura regional al norte del paralelo  $41^{\circ}28,6'S$ , cuya entrada en vigencia fue en 2014. La cuota asignada a la macrozona V-X Regiones alcanzó a 105 toneladas, correspondiendo sólo 36 toneladas a la XIV Región, reduciéndose significativamente el tiempo para el levantamiento de información biológico-pesquera, especialmente del seguimiento del ciclo reproductivo de congrio dorado.

El rendimiento de pesca (kg/anz) muestra, en general, una tendencia decreciente desde enero hasta noviembre, acentuándose en los últimos meses porque se completa la cuota de captura comercial. En comparación con la Unidad de Pesquería Norte de congrio dorado, los rendimientos de pesca registrados en este estudio son mayores y del mismo orden de magnitud que aquellos del año 2013, tal como lo comunicaron Gálvez *et al.* (2014) (Fig. 41).

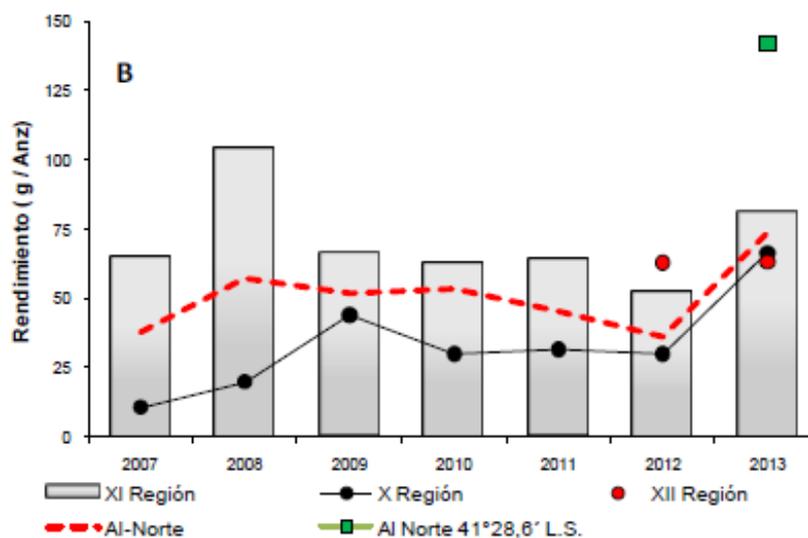


Fig. 41. Rendimiento de pesca anual (g/anz) de congrio dorado por región en la Unidad de Aguas Interiores Norte (AI-Norte) y al norte de 'resta en la flota artesanal. Período: 2007 a 2013. Fuente Gálvez *et al.* (2014).

La composición de tamaños de congrio dorado agregada por zona muestra la transición desde una estructura con la moda desplazada hacia la izquierda, representada fuertemente por ejemplares menores a 84 cm de LT, hacia una composición de tamaños con ejemplares más grandes y la moda desplazada hacia la derecha en la zona de la PDA, coincidiendo con lo reportado por Gálvez *et al.* (2014) para el año 2013 (Fig. 42).

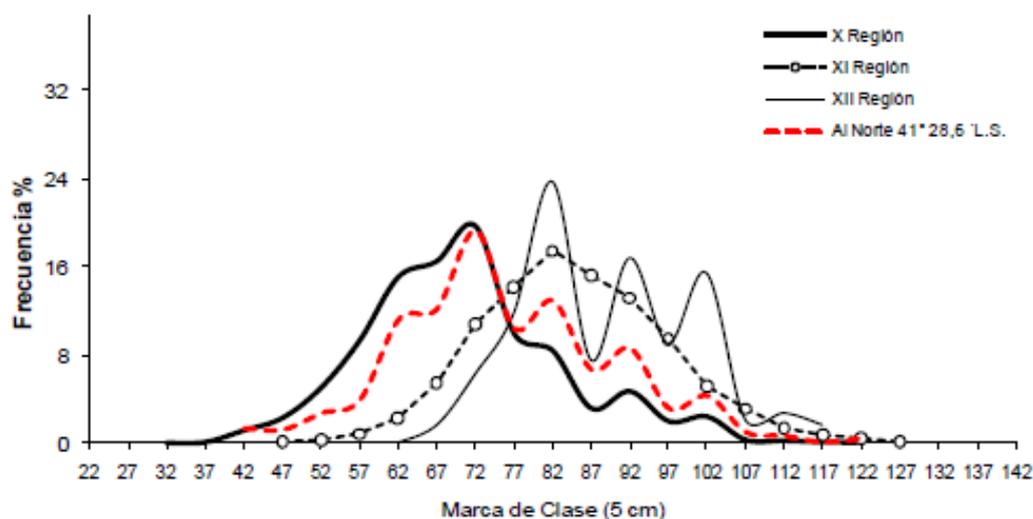


Fig. 42. Distribuciones de frecuencias de tallas de congrio dorado por región y al norte de  $41^{\circ}28,6'$  el año 2013. Fuente Gálvez *et al.* (2014).

Los antecedentes de la dinámica reproductiva de congrio dorado al norte del paralelo  $41^{\circ}28,6'S$  son escasos debido principalmente al mayor interés que históricamente han tenido los recursos pesqueros explotados por la flota industrial en la Pesquería Demersal Sur Austral (PDA). Además, al norte de ese paralelo es principalmente la flota artesanal la que da cuenta de la mayor parte del desembarque, aunque la flota industrial de arrastre que opera la zona centro-sur (recurso objetivo merluza común) también registra desembarques de congrio dorado. Se destaca que las dificultades logísticas son altas para embarcar personal técnico a bordo de embarcaciones artesanales, lo que condiciona el monitoreo y la obtención de información (muestreos) de mejor calidad y/o cobertura

Tascheri *et al.* (2003) reportaron que la actividad reproductiva de congrio dorado, para la pesquería que operaba desde la IV a la VIII Regiones (abril de 2002 a marzo de 2003) no superó en ningún mes el 1%, concluyendo que el recurso congrio dorado no presentaba actividad reproductiva en aquella área. Diversos reportes técnicos (Aguayo *et al.*, 1986, 1994; Céspedes *et al.*, 1997) han señalado que el área principal de desove de congrio dorado en Chile ocurre entre 41°28'S y 47°S. Temporalmente el IGS se incrementaría a partir de mayo-junio, alcanzando máximos en agosto y septiembre (Aguayo *et al.*, 1985, 1986). Este cambio en el IGS sería registrado en individuos >90 cm de LT. Por el contrario, en tallas <80 cm de LT el IGS se mantendría estable en distintos períodos del año.

Los indicadores macro y microscópicos de hembras de congrio dorado son coincidentes al evidenciar un incremento de la actividad reproductiva desde agosto hasta octubre de 2014, cuando las hembras de tamaño  $\geq 100$  cm de LT presentan la mayor dispersión en el Índice Gonadosomático y un aumento en la fracción de individuos maduros. Esto significa que la fracción poblacional de congrio dorado que se distribuye en áreas de pesca frente a la XIV Región desova desde agosto hasta octubre, al menos. Luego, dado que se detectó desove en aguas de la XIV Región, entonces también es probable que exista desove frente a la X Región, al norte del paralelo 41°28,6'S.

El método del incremento relativo en el Índice Gonadosomático promedio por rango de tamaño también soporta el resultado del aumento de la actividad reproductiva en hembras de congrio dorado a partir de 100 cm de LT. El ajuste de la ojiva de madurez a los datos de obtenidos por observación microscópica sitúa la mediana de madurez en 106,7 cm de LT, siendo el límite inferior de este estimador coincidente con el tamaño calculado mediante el método del incremento del IGS. El estimador de la talla de mediana madurez sexual con la ojiva de madurez se considera más robusto que el calculado por el método del incremento relativo debido a que la primera aproximación considera a la madurez sexual como un proceso continuo a través del incremento de tamaño corporal, más que un proceso a filo de cuchillo.

Los antecedentes aportados son bastante consistentes en indicar que el tamaño promedio o mediana de madurez en hembras de congrio dorado al norte de 41°28,6' S se posiciona entre 100

y 110 cm de LT. Sin embargo, Chong (1993) estimó el tamaño promedio de madurez en hembras de congrio dorado entre 90,2 y 90,7 cm de LT con métodos de ajuste logístico y progresión de IGS, respectivamente. Paredes & Bravo (2005) obtuvieron estimadores de talla promedio de madurez en el rango de 84,8 a 86,6 cm de LT al ajustar una ojiva de madurez, y en el rango de 82,0 a 85,9 cm LT con el método de progresión del incremento relativo del IGS por rangos de tamaño de hembras. El reporte más completo del que se dispone de la biología reproductiva de congrio dorado al sur de paralelo 41°28,6'S corresponde al Baker *et al.* (2014), quienes analizaron información histórica para las Unidades de Pesquería Norte y Sur en el periodo de 1985 a 2009. Los análisis fueron bastante consistentes en estimar una talla mediana de madurez sexual igual a 88,0 cm de LT (87,2 – 88,5 cm IC) para la Unidad de Pesquería Norte y de 91,0 cm de LT (90,3 – 91,9 cm IC) para la Unidad de Pesquería Sur. Es interesante tratar de entender las consecuencias de estos resultados de madurez, toda vez que los reportes técnicos de los últimos años señalan que el recurso congrio dorado distribuido en las Unidades de Pesquería Norte (41°28,6' S a 47°S) y Sur (desde 47° S al extremo sur) se encuentra en estado agotado (SubPesca, 2014), lo que coincide con la disminución en el tamaño de medio de madurez (Chong, 1993; Paredes & Bravo, 2005).

Los valores promedio de  $M$  estimados fueron separados en dos grupos, dependiendo de la cercanía entre sí en los valores de las estimaciones; en el primer grupo (Alverson & Cartney, 1975; Pauly, 1980; Jensen, 1996)  $M$  se asocia con la tasa instantánea de crecimiento individual,  $K$ , mientras que el segundo grupo se asocia a la longevidad máxima teórica ( $T_{max}$ ). Esto podría explicar por qué los valores de  $M$  en los que se utiliza el parámetro  $K$  son más bajos que aquellos basados en la longevidad (grupo 2), puesto que con estos últimos se estima  $T_{max}$  (edad máxima teórica) con el parámetro  $K$  implícito, conduciendo a que la sobrevivencia sea menor y, consecuentemente, a que  $M$  sea mayor (Tabla 36).

Aguayo *et al.* (1986) realizaron la primera estimación de  $M$  para congrio dorado de aguas nacionales, con resultados semejantes a los del presente trabajo mediante los modelos del grupo 1 (basados en  $K$ ), con valores de  $M = 0,35 \text{ año}^{-1}$  para machos y  $M = 0,23 \text{ año}^{-1}$  para hembras, los que están alejados de las estimaciones de  $M$  realizadas con los modelos basados en longevidad (grupo 2). Al comparar nuestros resultados de  $M$  con otras estimaciones, como las informadas por

Cordo (1999) para congrio dorado en aguas de la Patagonia Argentina, y Wiff *et al.* (2011) para congrio dorado de la UPN y UPS de Chile, se observa que los valores medios de  $M$  son similares a los obtenidos por los modelos del grupo 1 (basados en  $K$ ).

Para recomendar el uso de un valor específico de  $M$  no es necesario definir un sólo modelo que creamos representa fielmente la realidad de los procesos, puesto que esta tarea es probablemente imposible. Por esta razón utilizamos la estadística a nuestro favor y consideramos las propiedades que nos entrega cada modelo de estimación, ponderando su resultado por el inverso de la varianza entregado por éste. Consecuentemente, sugerimos que los mejores estimados de  $M$  son aquellos del grupo 1 de los modelos bio-analógicos, los que están en la vecindad de  $0,3 \text{ año}^{-1}$ .

En cuanto a la estimación de mortalidad total ( $Z$ ), basada en Hoenig (1983), se estimó valores menores a las estimaciones de  $M$  (modelos del grupo 2). Sin embargo, cuando se contrasta las estimaciones de  $Z$  con las estimaciones de  $M$  ponderadas, estas últimas son mayores, lo que es inconsistente, ciertamente. Sin embargo, en el caso de las estimaciones de  $Z$  mediante el método de van Sickle (Tabla 37), éstas son largamente inferiores a las estimaciones de  $M$ , lo que también es inconsistente. Al respecto, tal diferencia se puede explicar desde el punto de vista de las estructuras de tamaños, las que pueden no ser informativas, o desde el punto de vista de los parámetros de crecimiento, principalmente de  $K$ , que podría estar sobre-estimado, afectando las estimaciones de  $M$  mediante métodos bioanalógicos, sobre-estimándolas.

## 9. Conclusiones

- La flota espinelera artesanal que opera sobre el recurso congrio dorado está conformada en 62% por naves de 22 a 44 años de antigüedad, y 38% entre 8 y 14 años. Las embarcaciones que predominan son las de casco de madera (79%).
- Al norte de 41°28,6'S el rendimiento de pesca (kg/anz) muestra un gradiente temporal (enero a noviembre) y batimétrico. El rendimiento de pesca fue entre 0,074 kg/anz (74 g/anz) en agosto y 0,243 kg/anz (243 g/anz) en junio.
- El tamaño promedio de congrio dorado en las capturas fue entre 44 y 141 cm de longitud total (promedio: 87,8 cm de LT, en tanto el peso promedio fue entre 400 y 13.900 gramos (promedio = 3.684,7 gramos).
- Las especies que componen la fauna acompañante de congrio dorado en número son pejegata (*Bythaelurus canescens*), congrio plateado (*Pseudoxenomystax albescens*), raya volantín (*Zearaja chilensis*) y chancharro (*Helicolenus lengerichi*). El congrio dorado representa casi el 50% de la captura total en número.
- El recurso congrio dorado capturado al norte de 41°28,6' S mostró mayor actividad reproductiva (hembras) desde agosto hasta octubre de 2014, destacándose septiembre, cuando el 31,1% de las hembras se encontró en estado desove (EMS 4).
- El tamaño promedio de madurez de hembras de congrio dorado se determinó en 100 cm de LT con el método del incremento relativo del IGS, mientras que al ajustar una curva logística de madurez mediante máxima verosimilitud el estimador de la mediana de madurez es 106,7 cm de LT (IC: 100,0 - 114,5 cm).
- La mortalidad natural (M) por sexo, estimada mediante métodos bioanalógicos, fluctuó entre 0,33 y 0,67 año<sup>-1</sup> en machos; entre 0,26 y 0,77 año<sup>-1</sup> en hembras; y entre 0,27 y 0,76 año<sup>-1</sup> en sexos combinados.

- El estimador ponderado de  $M$  fluctuó entre  $0,23 \text{ año}^{-1}$  (ambos sexos, UPS) y  $0,35 \text{ año}^{-1}$  (machos, UPN).
- El estimador de mortalidad total ( $Z$ ) al norte  $41^{\circ}28,6'S$  es entre  $0,204 \text{ año}^{-1}$  (ambos sexos) y  $0,261 \text{ año}^{-1}$  (machos), y para la UPN es entre  $0,185 \text{ año}^{-1}$  (ambos sexos) y  $0,351 \text{ año}^{-1}$  (machos). En ambas zonas las estimaciones de  $Z$  fueron menores que las estimaciones de mortalidad natural, lo que es inconsistente.
- Para el alineamiento de tallas (en longitud total y sexos combinados) de congrio dorado de la zona sur de Chile adoptamos los siguientes valores para el de la población:
  - talla de reclutamiento :  $l_r = 60 \text{ cm}$ ;
  - talla de primera captura :  $l_c = 70 \text{ cm}$ ;
  - longitud máxima en fase explotada :  $l_m = 100 \text{ cm}$  machos y  $120 \text{ cm}$  hembras;
  - longitud máxima en fase explotable :  $l_M = 110 \text{ cm}$  machos y  $130 \text{ cm}$  hembras;
  - longitud de longevidad :  $l_m = 147 \text{ cm}$ ; y,
  - longitud crítica :  $l^* = 90 \text{ cm}$ .

## **10. Talleres**

De acuerdo con las Bases Técnicas, el 18 de marzo de 2014 se realizó el primer taller de coordinación, siendo el propósito presentar y analizar metodologías a aplicar en el proyecto. El taller se realizó vía remota, dada la imposibilidad de coordinar una reunión presencial y contó con la participación de la Sra. Malú Zavando en representación del FIP y la Sra. Aurora Guerrero en representación de la Subsecretaría de Pesca. Por parte de la Universidad de Concepción participaron Hugo Arancibia (jefe de proyecto), Gustavo Aedo, Rubén Alarcón y Mónica Barros. El acta de la reunión se adjunta en el Anexo 2.

El 6 de enero de 2015 se realizó el taller de difusión de resultados del proyecto. En ese evento también participó vía remota de la Sra. Aurora Guerrero en representación de la Subsecretaría de Pesca. Por parte de la Universidad de Concepción participaron Hugo Arancibia (jefe de proyecto), Gustavo Aedo, Rubén Alarcón y Mónica Barros. En el Anexo 3 se presenta el programa del taller y acta de la reunión.

Aunque se hizo extensiva la invitación al evento a consejeros del Conejo Zonal de Pesca de la Región del Biobío, a miembros del Comité Científico de la PDA, comité de pescadores flota pesquera congrio, investigadores e instituciones, la asistencia al taller fue casi nula (Anexo 4).

## 11. Referencias

- Acuña, E., H. Arancibia, A. Mujica, K. Brokordt & C. Gaymer. 1995. Estudio biológico pesquero del recurso langostino amarillo (*Cervimunida johni*) en la III y IV Región, mediante el uso de la flota arrastrera con base en Coquimbo. Informe Final Proyecto Universidad Católica del Norte/Instituto de Investigación Pesquera VIII Región/Empresas Pesqueras de Coquimbo, 107 p.
- Acuña, E., H. Arancibia, R. Roa, R. Alarcón, C. Díaz, A. Mujica, F. Winkler, I. Lépiz & L. Cid. 1996. Proyecto FIP 95-06 “Análisis de la pesquería y evaluación indirecta del stock de camarón nailon (II a VIII Regiones). En ejecución Universidad Católica del Norte Sede Coquimbo/Instituto de Investigación Pesquera VIII Región/Universidad de Concepción, 82 p.
- Aguayo, M., Z. Young, R. Bustos, V. Ojeda, T. Peñailillo, C. Vera, & H. Robotham. 1985. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales demersales (peces) zona sur austral 1984. Estado de situación del recurso. Corporación de Fomento de la Producción (AP 85/44). Instituto de Fomento Pesquero, Chile, 172 p.
- Aguayo, M., Z. Young, R. Bustos, V. Ojeda, T. Peñailillo, T. Gili, C. Vera, & H. Robotham 1986. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales demersales (peces) zona sur austral 1985. Estado de situación del recurso. Corporación de Fomento de la Producción (AP 86/55). Instituto de Fomento Pesquero, Chile, 143 p.
- Aguayo, M., I. Céspedes, L. Arias, I. Payá, E. Figueroa, V. Ojeda, L. Adasme & L. Muñoz. 1994. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales 1993. Pesquerías demersales “peces” zona sur austral. Estado de situación y perspectivas del recurso. Corporación de Fomento de la Producción (SGI-IFOP 94/3). Instituto de Fomento Pesquero, Chile, 50 p.
- Aguayo, M., I. Payá, R. Céspedes, H. Miranda, V. Catasti, S. Lillo, P. Gálvez & L. Adasme. 2001. Dinámica reproductiva de merluza del sur y congrio dorado. Informe Final Proyecto FIP 99-15. Instituto de Fomento Pesquero, 354 p.
- Alagaraja, K. 1984. Simple method for estimation of parameters for assessing exploited fish stocks. *Indian J. Fish.* 31:177 - 208.
- Alarcón, R. & H. Arancibia. 1993. Talla de primera madurez sexual y fecundidad parcial en la merluza común, *Merluccius gayi* (Guichenot, 1848). *Ciencia y Tecnología del Mar (CONA)* 16: 31-45.
- Alverson, D. L. & M. J. Cartney. 1975. A graphic review of the growth and decay of population cohorts. *J. Con. Int. Explor. Mer.* 36: 133 - 143.
- Arancibia, H., L. Cubillos, D. Arcos, A. S. Gretchina & L. Vilugrón. 1995. The fishery of horse mackerel (*Trachurus symmetricus murphyi*) in the South Pacific Ocean, with emphasis on the fishery unit off central-southern Chile. *Scienza Marina* 59(3-4): 589-596.

- Baker, L. L., R. Wiff, J. C. Quiroz, A. Flores, R. Céspedes, M. A. Barrientos, V. Ojeda & C. Gatica. 2014. Reproductive ecology of the female pink cusk-eel (*Genypterus blacodes*): evaluating differences between fishery management zones in the Chilean austral zone. *Environ Biol Fish.* DOI 10.1007/s10641-013-0199-2.
- Beentjes, M.P., B. Bull, R.J. Hurst, N.W. Bagley. 2002. Demersal fish assemblages along the continental shelf and upper slope of the east coast of the South Island, New Zealand. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 36: 197-223.
- Begg, G.A. & J.R. Waldman. 1999. An holistic approach to fish stock identification. *Fisheries Research*, 43: 35-44.
- Beyer, J. 1987. On length-weight relationship. Part. I. Computing the mean weight of the fish in a given length class. *Fishbyte* 5(1): 12-14.
- Bustos, C., F. Balbontín & M. Landaeta. 2007. Spawning of the southern hake *Merluccius australis* (Pisces: Merlucciidae) in Chilean fjords. *Fish. Res.*, 83: 23-32 p.
- Caddy, J. 1984. Method of solving for natural mortality rate for stock components with different schedules of growth and mortality. *Can. J. Fish. Aq. Sci.* 41:1226-1230.
- Caddy, J.F. & R. Mahon. 1995. Reference points for fisheries management. *FAO Fisheries Technical Paper*. No. 347. Rome, FAO, 83 p.
- Canales-Aguirre, C.B., S. Ferrada, C. Hernández & R. Galleguillos. 2010. Population structure and demographic history of *Genypterus blacodes* using microsatellite loci. *Fisheries Research*, 106: 102-106.
- Céspedes, I., Z. Young, V. Ojeda, L. Adasme, F. Cerna, H. Miranda, C. Vera & R. Bravo. 1997. Investigación situación pesquería demersal zona sur austral 1996. Programa de seguimiento del estado de situación de las principales pesquerías nacionales. Informe Final, Instituto de Fomento Pesquero, 97 p. + tablas y figuras.
- Chambers, J. M. 1977. *Computational methods for data analysis*. John Wiley and Sons, New York, NY, 268 p.
- Charnov, E.L. 1993. *Life history invariants*. Oxford University Press, London, 167 p.
- Chong, J. 1993. Estimación de fecundidad y talla de primera madurez sexual del congrio dorado (*Genypterus blacodes*) en la pesquería sur-austral. Informe Final, Universidad Católica de la Santísima Concepción (Chile), 24 p.
- Chong, J. & M. Aguayo. 1990: Determinación de edad y estimación de los parámetros de crecimiento del congrio dorado, *Genypterus blacodes* (Schneider, 1801) (Ophidiidae) en el Pacífico Sur Oriental. *Biología Pesquera* 19: 55-67.

- Cobb, J.J. & J.F. Caddy. 1989. The population biology of decapods. En: Marine Invertebrates Fisheries: their assessment and management. J. F. Caddy (Eds.), John Wiley and Sons, Inc.: 237-374.
- Cochran, W.G. 1977. Sampling techniques, 3d Ed. John Wiley & Sons Inc. New York, 428 p.
- Cordo H. 1999. Estado actual del recurso abadejo (*Genypterus blacodes*) y perspectivas a mediano y largo plazo Inf. Téc. Int. DNI- INIDEP N° 4/99, 10 p. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero-INIDEP, Mar de Plata, Argentina.
- Cordo H. 2001. Evaluación de abadejo (*Genypterus blacodes*) en el Atlántico sudoccidental, por medio de modelos de producción dinámicos. Rev. Invest. Desarr. Pesq. N° 14:79-93. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero-INIDEP, Mar de Plata, Argentina.
- Cordo H. 2011. Estado actual del recurso abadejo (*Genypterus blacodes*) y estimación de la captura biológicamente aceptable en el año 2011 y en el largo plazo Inf. Téc. Int. DNI- INIDEP N° 4/99, 10 p. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero-INIDEP, Mar de Plata, Argentina.
- Coyle, T. 1998. Stock identification and fisheries management: the importance of using several methods in a stock identification study. In Taking Stock: defining and managing shared resources. Edited by D.A. Hancock. Australian Society for Fishery Biology, Sydney: 173-182.
- Cubillos, L., R. Alarcon & A. Brante, A. 1999. Empirical estimates of natural mortality for the Chilean hake (*Merluccius gayi*): evaluation of precision. Fish. Res., 42, 147-153.
- Draper, N. R. & H. Smith. 1981. Applied regression analysis. John Wiley and Sons, NY, 736 p.
- Efron B. 1985. Bootstrap confidence intervals for a class of parametric problems. Biometrika 72: 45-48
- Efron, B. & R.J. Tibshirani. 1993. An introduction to the bootstrap. Chapman & Hall, New York, 436 p.
- Finucane, J.H. & L.A. Collins. 1984. Reproductive biology of cero, *Scomberomorus regalis*, from the coastal waters of South Florida. Northeast Gulf Science, 7: 101-107.
- Freijo, R. O., A. M. García, E. L. Portiansky, C. G. Barbeito, G. J. Macchi & A. O. Díaz. 2009. Morphological and histochemical characteristics of the epithelium of ovarian lamellae of *Genypterus blacodes* (Schneider, 1801). Fish Physiol Biochem 35: 359 – 367.
- Gálvez, P., L.Chong, L. Adasme, V. Ojeda, E. Garcés, L. Muñoz, K. Hunt, A. Villalón & L. Cid. 2014. Asesoría Integral para la Pesca y Acuicultura, 2013 Proyecto 1.9: Programa de Seguimiento de las Pesquerías Demersales y Aguas Profundas, 2013 Sección III: Demersales Sur Austral Artesanal, 2013, 172 p.

- Hilborn, R. & C.J. Walters. 1992. Quantitative Fisheries Stock Assessment: Choice, Dynamics and Uncertainty. Chapman and Hall, New York, 570 p.
- Hoenig, J.M. 1983. Empirical use of longevity data to estimate mortality rates. Fish. Bull 82, 898-903.
- Horn, P.L. 1993. Growth, age structure, and productivity of ling, *Genypterus blacodes* (Ophidiidae), in New Zealand waters. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 27: 385-397.
- Horn, P. L. 2005. A review of the stock structure of ling (*Genypterus blacodes*) in New Zealand waters. Ministry of Fisheries, New Zealand Fisheries Assessment Report 2005/59, 41 p.
- Horn, P. L., M. R Dunn and S. L. Ballara. 2013. Stock assessment of ling (*Genypterus blacodes*) on the Chatham Rise (LIN 3&4) and in the Sub-Antarctic (LIN 5&6) for the 2011–12 fishing year. Ministry for Primary Industry, New Zealand Fisheries Assessment Report 2013/6, 87 p.
- Hosmer, D. W. & S. Lemeshow. 1989. Applied logistic regression. John Wiley and Sons, New York, NY, 328 p.
- Jensen, A.L. 1996. Beverton & Holt life history invariants result from optimal trade-off of reproduction and survival. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 53: 820-822.
- Johansen, S. 1984. Functional relations, random coefficients, and nonlinear regression with application to kinetic data. Springer-Verlag, New York, 126 p.
- Louge, E.B., M. F. Villarino, A. P. Martínez & H. E. Christiansen. 1992. Estructura macro y microscópica del ovario del abadejo en estados de reversión y crecimiento ovocitario. Boletín del Instituto Español de Oceanografía 8(2): 239–245.
- Machinandiarena, L., M.F. Villarino & G.J. Macchi. 1998. Descripción del estadio de desove del abadejo manchado *Genypterus blacodes* (Schneider, 1801) (Pisces, Ophidiidae) en el mar Argentino. Bol. Inst. Esp. Oceanogr., 14 (1 y 2): 49-55.
- Mitchell, S.J. 1984. Feeding of ling *Genypterus blacodes* (Bloch & Schneider) from 4 New Zealand offshore fishing grounds. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research 18, 265–274.
- Nielsen, J.G., D.M. Cohen, D.F. Markle & C.R. Robins. 1999. FAO species catalogue. Volume 18. Ophidiiform fishes of the world (Order Ophidiiformes). An annotated and illustrated catalogue of pearlfishes, cusk-eels, brotulas and other ophidiiform fishes known to date. FAO Fisheries Synopsis. No. 125, Vol. 18., 178p. + 136 figs.
- Nyegaard, M., A. Arkhipkin & P. Brickle. 2004. Variation in the diet of *Genypterus blacodes* (Ophidiidae) around the Falkland Islands. J. Fish Biol., 65: 666-682.

- Ojeda, V., T. Peñailillo & M. Aguayo. 1986. Estimación de la tasa instantánea de mortalidad natural de algunas especies demersales explotadas en la zona sur austral de Chile (*Merluccius australis*, *Macruronus magellanicus* y *Genypterus blacodes*): 121-125. En: la Pesca en Chile, P. Arana (Editor). Escuela de Ciencias del Mar, Universidad Católica de Valparaíso.
- Paredes, F. & R. Bravo. 2005. Reproductive cycle, size at first maturation and fecundity in the golden ling, *Genypterus blacodes*, in Chile, New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research 39: 1085-1096.
- Pauly, D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. J. Cons. Int. Explor. Mer, 39: 175-192.
- Polacheck, T. 1989. Yellowfin tuna *Thunus albacares* catch rates in the western Pacific. Fish. Bull. 87: 123-144.
- Renzi, M.A. 1986. Aspectos biológico-pesqueros del abadejo (*Genypterus blacodes*). Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero 6: 5-19.
- Ricker, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Board. Can. 191, 382 p.
- Rikhter V.A. & V.N. Efanov. 1976. On one of the approaches to estimation of natural mortality of fish populations. International Commission of the Northwest Atlantic Fisheries, Research Document 76/VI/8: 1-1
- Roa, R., B. Ernst & F. Tapia. 1999. Estimation of size at sexual maturity: an evaluation of analytical and resampling procedures. Fish Bulletin, 97: 570-580.
- Robson, D.S. & D.G. Chapman. 1961. Catch curves and mortality rates. Trans. Am. Fish. Soc. 90(2): 181-189.
- Rothschild, B.J. & A. Suda, 1977. Population dynamics of tuna. En: Fish Population Dynamics. J.A. Gulland (Ed.). John Wiley & Sons Ltd., N.Y., p. 309-334.
- Shanubhogue, A. & P.A. Gore. 1987. Using logistic regression in ecology. Current Sciences, 56: 933-936.
- Shimada, B. & M. Shaefer. 1956. A study of changes in fishing effort, abundance, and yield for yellowfin and skipjack tuna in the Eastern Tropical Pacific Ocean. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm. Bull. 21: 347-421.
- Smith, P.J. & C.D. Paulin. 2003. Genetic and morphological evidence for a single species of pink ling (*Genypterus blacodes*) in New Zealand waters. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research 37: 183-194.

- SUBPESCA. 2013. Estado de situación de las principales pesquerías chilenas, 2012. Documento Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, 54 p.
- SUBPESCA. 2014. Estado de situación de las principales pesquerías chilenas, 2013. Documento Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, 63 p.
- Tascheri, R., J. Sateler, J. Merino, E. Díaz, V. Ojeda & M. Montecinos. 2003. Estudio biológico-pesquero del congrio colorado, congrio negro y congrio dorado en la zona centro-sur. Informe Final Proyecto FIP 2001-15. Instituto de Fomento Pesquero, 350 p.
- Taylor CC. 1960. Temperature, growth and mortality, the Pacific cockle. *Journal du Conseil* 26: 117-124
- Taylor, G. & F. Prochaska. 1985. Fishing power functions in aggregate bioeconomic models. *Mar. Res. Econom.* 2(1): 87-107.
- van Sickle, J. 1977. Mortality rates from size distributions: the application of conservation law. *Oecologia (Berlin)* 27: 311-318
- Ward, R.D. & A. Reilly. 2001. Development of microsatellite loci for population studies of the pink ling, *Genypterus blacodes* (Teleostei: Ophidiidae). *Mol. Ecol. Notes*, 1: 173-175.
- Ward, R.D., S.A. Appleyard, R.K. Daley & A. Reilly. 2001. Population structure of pink ling (*Genypterus blacodes*) from south-eastern Australian waters, inferred from allozyme and microsatellite analyses. *Mar. Freshw. Res.*, 52: 965-973.
- Wiff, R., V. Ojeda & J.C. Quiroz. 2006. Evaluación de stock y cuota total permisible para congrio dorado 2006. Instituto de Fomento Pesquero – Subsecretaría de Pesca, Chile.
- Wiff, R., V. Ojeda & J.C. Quiroz. 2007. Age and growth in pink cusk-eel (*Genypterus blacodes*) off the Chilean austral zone: evaluating differences between management fishing zones. *J. Appl. Ichthyol.* 23: 270-272.
- Wiff, R. & J.C. Quiroz. 2010. Investigación del estatus y evaluación de estrategias de explotación en congrio dorado 2010. Instituto de Fomento Pesquero – Subsecretaría de Pesca, Chile.
- Wiff, R., J.C. Quiroz, V. Ojeda & M.A. Barrientos. 2011. Estimación de mortalidad natural e incertidumbre para congrio dorado (*Genypterus blacodes* Schneider, 1801) en la zona sur-austral de Chile. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 39 (2): 316-326.
- Wiff, R., J.C. Quiroz, R. Céspedes & Liu Chong. 2012. Convenio “Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales, año 2012”. Congrio Dorado. Instituto de Fomento Pesquero – Subsecretaría de Pesca, Chile, Segundo Informe, 149 p.

Young, Z., E. Aranda, R. Salas, C. Lea-Plaza, M.J. Badilla, J. Ortiz, L. Vidal & R. Toro. 1984. Perfiles Indicativos del Sector Pesquero Nacional: Recursos, Tecnología, Producción y Mercado, Congrios. Corfo-Ifop (AP 85/13), Chile, 121 p.

Zuleta, A. 1979. Análisis del desarrollo de la actividad pesquera generada a partir del D.L. 500. Corporación de Fomento de la Producción, Gerencia de Desarrollo. Instituto de Fomento Pesquero, 58 p.

## **12. ANEXOS**

**Anexo 1. Ficha Universal de Registro de las Principales Características Físicas de las Embarcaciones Artesanales Susceptibles de Operar en la Pesca de Congrio Dorado.**



**UNIVERSIDAD DE CONCEPCION**  
**PROYECTO FIP 2013-28**  
**PARÁMETROS BIOLÓGICO PESQUEROS DE CONGRIO DORADO AL**  
**NORTE DE LA UNIDAD DE PESQUERÍA SUR AUSTRAL**

---

**CARACTERISTICAS GENERALES (anotar lo que corresponda)**

Nombre embarcación : \_\_\_\_\_

Categoría :     **A** = artesanal \_\_\_\_\_     **SI** = semi-industrial \_\_\_\_\_

Señal distintiva : \_\_\_\_\_     Matrícula : \_\_\_\_\_

Puerto : \_\_\_\_\_

Armador : \_\_\_\_\_

Puerto de Operación : \_\_\_\_\_

Construcción (madera, acero, otro) : \_\_\_\_\_

País : \_\_\_\_\_     Año : \_\_\_\_\_

Capacidad de Bodega : \_\_\_\_\_ T.R.G. : \_\_\_\_\_ T.R.N : \_\_\_\_\_

Dimensiones nave:     Eslora : \_\_\_\_\_     Manga : \_\_\_\_\_

Puntal : \_\_\_\_\_     Calado : \_\_\_\_\_

Capacidad de combustible (l) : \_\_\_\_\_     Consumo de combustible diario (l) : \_\_\_\_\_

Capacidad de agua dulce (l) : \_\_\_\_\_     Autonomía (días) : \_\_\_\_\_

**Dotación**     - N° acomodaciones : \_\_\_\_\_  
                  - N° tripulantes : \_\_\_\_\_  
                  - Especificaciones : \_\_\_\_\_

**Propulsión**

Motor Principal	: Marca	: _____	Motor Auxiliar	: Marca	: _____
	: Modelo	: _____		: Modelo	: _____
	: Potencia (Hp)	: _____		: Potencia (Hp)	: _____
	: Revoluciones	: _____		: Revoluciones	: _____
	: Consumo (l)	: _____		: Consumo (l)	: _____
	: Año	: _____		: Año	: _____



**UNIVERSIDAD DE CONCEPCION**  
**PROYECTO FIP 2013-28**  
**PARÁMETROS BIOLÓGICO PESQUEROS DE CONGRIO DORADO AL**  
**NORTE DE LA UNIDAD DE PESQUERÍA SUR AUSTRAL**

---

**Equipos de pesca (especificar)**

Arte de pesca 1:		Arte de pesca 2	
Nº líneas	: _____	Nº Paños	: _____
Long. línea (m)	: _____	Long. paños	: _____
Nº reinales	: _____	Tipo hilo y grosor	: _____
Dist. entre reinales	: _____		: _____
Nº anzuelos	: _____		: _____
Tipo anzuelo	: _____		: _____
Carnada	: _____		: _____
Boyas u otros	: _____		: _____

**Especies capturadas (ordenar en orden creciente de importancia)**

<b>Nombre especie</b>	<b>Época mayores capturas</b>
- _____	_____
- _____	_____
- _____	_____
- _____	_____
- _____	_____
- _____	_____
- _____	_____
- _____	_____
- _____	_____
- _____	_____
- _____	_____

Comentarios:

## Anexo 2. Acta del taller de coordinación



### ACTA DE REUNION DE COORDINACION

PROYECTO FIP 2013-28: PARAMETROS BIOLÓGICO PESQUEROS DE CONGRIO DORADO AL NORTE DE LA UNIDAD DE PESQUERÍA SUR AUSTRAL

EJECUTOR: UNIVERSIDAD DE CONCEPCION

FECHA: 18/03/2014	LUGAR: FIP, VALPARAISO - U Concepción, CONCEPCION	
<b>TEMAS TRATADOS:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• El proyecto se inició a fines de diciembre, han realizado avances en el muestreo. Entre enero y febrero realizaron 5 salidas de pesca.</li><li>• Han detectado que hay subreporte de las capturas, se presentan salidas furtivas y las embarcaciones presentan mucha informalidad.</li><li>• Considerando la anterior, han detectado algunos aspectos que podrían generar problemas en el desarrollo del proyecto: uno es la corta temporada de pesca, que ya finalizó, por lo que no podrán hacer el muestreo continuo como lo habían propuesto. Sin embargo aún hay embarcaciones operando, donde podrían tal vez embarcarse.</li><li>• La sectorialista de Subpesca indica al ejecutor su recomendación de no embarcarse porque se entraría en ilegalidad, por lo que solicita que tomen registro de congreso desembarcado.</li><li>• El consultor informará oficialmente de esta situación para que sea considerada en el seguimiento del proyecto y en la futura evaluación de informes.</li><li>• Ante la consulta sobre cómo se debe operar con el tema de la pesca de investigación en la contratación de una embarcación, la sectorialista quedó en averiguar e informar la modalidad a seguir.</li></ul>		
<b>ASISTENTES</b>		
Nombre	Firma	Institución
Hugo Arancibia		U Concepción
Gustavo Aedo		U Concepción
Rubén Alarcón		U Concepción
Mónica Barros		U Concepción
Aurora Guerrero		Subpesca
Malú Zavando		FIP

### Anexo 3. Composición y organización del equipo profesional y técnico

Nombre	Título	Rol y Función
Hugo Arancibia	Biólogo Marino Diplomado en Gestión por Competencias <i>Dr. rer. nat.</i>	Jefe proyecto. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Encargado objetivo específico 2 y 3.</li> <li>• Coordinación con stakeholders.</li> <li>• Coordinación y administración general proyecto.</li> <li>• Relator Taller.</li> <li>• Responsable de informes.</li> </ul>
Gustavo Aedo	Biólogo Marino M. Sc. Pesquerías	Co-investigador y director alterno. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordinador actividades de terreno y entrenamiento de muestreadores.</li> <li>• Encargado Obj. Espec. 3, análisis reproductivo.</li> <li>• Estimación talla madurez y fecundidad parcial</li> <li>• Relator Taller</li> <li>• Elaboración de informes</li> </ul>
Rubén Alarcón	Lic. Biología M. Sc. Pesquerías	Co-investigador. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Encargado Obj. Espec. 1, caracterización flota</li> <li>• Det. mortalidad natural métodos bioanalógicos.</li> <li>• Distribución espacial y estructura poblacional.</li> <li>• Participación en objetivo específicos 3.</li> <li>• Relator taller</li> <li>• Elaboración de informes</li> </ul>
Mónica Barros	Ingeniero Pesquero, M.Sc. Pesquerías	Co-investigador. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Asistente técnica del jefe de proyecto.</li> <li>• Apoyo en coordinación actividades proyecto.</li> <li>• Alimentación y mantención bases datos.</li> <li>• Participación en objetivo específicos 1 y 2.</li> <li>• Organización Talleres.</li> <li>• Elaboración de informes.</li> </ul>
Jorge Sandoval	Biólogo Marino (Técnico 1)	Técnico <ul style="list-style-type: none"> <li>• Embarques rutinarios.</li> <li>• Muestreos biológicos y bio-específicos.</li> <li>• Planillas de datos electrónicas.</li> </ul>
Fernando Goyeneche	Biólogo Marino (Técnico 2)	Técnico <ul style="list-style-type: none"> <li>• Embarques rutinarios.</li> <li>• Muestreos biológicos y bio-específicos.</li> <li>• Planillas de datos electrónicas.</li> </ul>
Edith Montero	Biólogo	Técnico <ul style="list-style-type: none"> <li>• Montaje gónadas congrio y cortes histológicos.</li> <li>• Análisis histológicos.</li> </ul>
Germán Vásquez		Técnico <ul style="list-style-type: none"> <li>• Muestreos a bordo.</li> <li>• Montaje muestras gónadas.</li> </ul>

#### Anexo 4. Asignación del personal profesional y técnico por objetivo

**Objetivo Específico 1.** Caracterizar la flota pesquera artesanal que opera en la pesquería de congrio dorado al norte del paralelo 41°28,6' S, así como el régimen operacional de ésta.

Nombre	Gestión proyecto	Recopilac. Datos	Procesam.	Análisis	Informes	Total
Hugo Arancibia	30				20	50
Gustavo Aedo	20	30				50
Rubén Alarcón			20	25	25	70
Mónica Barros		10	12	15	10	47
Jorge Sandoval						0
Fernando Goyeneche						0
Edith Montero						0
Germán Vásquez						0
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>40</b>	<b>32</b>	<b>40</b>	<b>55</b>	<b>217</b>

**Objetivo Específico 2.** Caracterizar el stock de congrio dorado explotado al norte de la unidad de pesquería sur austral, respecto a su distribución espacial y estructura poblacional.

Nombre	Gestión proyecto	Recopilac. Datos	Procesam.	Análisis	Informes	Total
Hugo Arancibia	10				10	20
Gustavo Aedo	10	20				30
Rubén Alarcón			20	23	30	73
Mónica Barros		20	22	10	10	62
Jorge Sandoval		200				200
Fernando Goyeneche		200				200
Edith Montero						0
Germán Vásquez		150				150
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>590</b>	<b>42</b>	<b>33</b>	<b>50</b>	<b>735</b>

**Objetivo Específico 3.** Estimar parámetros de historia de vida de congrio dorado al norte de la unidad de pesquería sur austral.

Nombre	Gestión proyecto	Recopilac. Datos	Procesam.	Análisis	Informes	Total
Hugo Arancibia	10				5	15
Gustavo Aedo	20	20	22	28	20	110
Rubén Alarcón			10	10	12	32
Mónica Barros		10	10	10	0	30
Jorge Sandoval		250				200
Edith Montero		250				200
Germán Vásquez		150				150
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>680</b>	<b>42</b>	<b>48</b>	<b>37</b>	<b>737</b>

**Anexo 5. Programa y Acta Taller de Difusión de Resultados.**

***PROGRAMA TALLER de DIFUSION***

***Proyecto FIP 2013-28 “Parámetros biológico pesqueros de congrio dorado  
al norte de la unidad de pesquería sur austral”***

**Lugar:** Auditorio, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción  
(referencia: edificio donde está el esqueleto de ballena)

**Fecha :** Martes 6 de enero de 2015

**Hora :** de 08:45 a 12:30 horas

**PROGRAMA**

Hora	Título y expositor
08:45 a 09:00	Inscripciones
09:00 a 09:10	Presentación de objetivos del proyecto (Hugo Arancibia)
09:10 a 09:35	Caracterización de la flota pesquera artesanal que opera en la pesquería de congrio dorado al norte de 41°28,6' S (Mónica Barros)
09:40 a 10:05	Capturas y rendimiento de pesca de congrio dorado (Rubén Alarcón)
10:10 a 10:35	Composición de tamaños de congrio dorado en las capturas, mortalidad natural y fauna acompañante (Rubén Alarcón)
10:35 a 11:00	Pausa de café
11:10 a 11:35	Madurez de congrio dorado (Gustavo Aedo)
11:40 a 12:05	Modelo conceptual de historia de vida de congrio dorado (Hugo Arancibia)
12:10 a 12:30	Conclusiones del taller



## **ACTA del TALLER de DIFUSION de RESULTADOS**

### **Proyecto FIP 2013-28**

Se inicia el taller a las 09:30 horas con la asistencia de 6 personas (ver asistencia). La conexión vía Skype con la sectorialista señora Aurora Guerrero de SubPesca se verificó entre la segunda y tercera presentación (ver agenda).

#### **1. Presentación de objetivos del proyecto (Hugo Arancibia)**

Se presenta sinópticamente los objetivos y alcances del proyecto, y se explica por qué se realiza éste.

#### **2. Caracterización de la flota pesquera artesanal que opera en la pesquería de congrio dorado al norte de 41°28,6' S (Mónica Barros)**

Se analizó características generales, geométricas y funcionales de embarcaciones que han operado (VIII región) u operan (XIV y X Región) en la pesquería de congrio dorado. El 68% de las naves son muy antiguas (>22 y hasta 44 años) y de madera en el casco (87%) con TRG's de 5 a 49 ton. El tamaño de muestra de embarcaciones fue 31, de las cuales 14 fueron de la XIV Región, siendo éstas todas las que se dedican a la especie objetivo en esa Región. Limitaciones: escasa disponibilidad de directivos de la pesca artesanal para participar entregando información, esto es, promoviendo y completando encuestas.

#### **3. Capturas y rendimiento de pesca de congrio dorado (Rubén Alarcón)**

Trabajo de campo de enero a noviembre de 2014 en L/M de la XIV Región sin modificar la estrategia de pesca del capitán. El área de interés al norte de 41°28,6' S se dividió en un sector norte y un sector sur. En mayo no se muestreó por malas condiciones climáticas y por término de



la cuota comercial. Además, la pesca de investigación no había sido decretada aún. En 153 lances se pesca se caló 1.282 anzuelos por lances en promedio. Se observa una tendencia general decreciente de la cpue con el máximo en 0,2 kg/anz y el mínimo en cerca de 0,05 kg/anz. También existe un gradiente batimétrico en la cpue, con el máximo en 250-300 m profundidad, aunque la actividad se concentra en 350-400 m de profundidad. Congrio dorado aporta con 49% de las capturas totales en número, secundariamente es un peje-gata (en peso el congrio es más importante). De la fauna acompañante se recupera comercialmente la merluza austral; chancharro es usado para consumo propio; luciato o congrio plateado es usado para carnada. Conclusión: la cpue tiende a disminuir con el transcurso del año; la cpue al norte de 41°28,6'S es mayor que en el sector norte de la PDA.

#### **4. Composición de tamaños de congrio dorado en las capturas, mortalidad natural y fauna acompañante (Rubén Alarcón)**

Se registró 3.301 ejemplares de congrio, en la zona norte se registró 2.045 peces; promedio: 88 cm LT; peso promedio: 3.670 gr. La LT promedio es muy estable y no existen diferencias significativas con la PDA. La estructura de tamaños no revela diferencias importantes. Generalmente la estructura de tallas es unimodal entre 60 y 120 cm LT. Hay un leve gradiente latitudinal en la LT, pero no existen diferencias significativas entre el norte y el sur de 41°28,6' S. La estructura entre la X (aguas interiores de botes) y la XIV Regiones es prácticamente la misma, siendo más infrecuentes los tamaños de ejemplares grandes. No existe interés en pesca de congrio por naves de la VIII Región.

#### **5. Madurez de congrio dorado (Gustavo Aedo)**

n=2.200 y tantos ejemplares; fracción de hembras maduras aumenta en agosto hasta octubre, centrándose mayormente en septiembre y octubre. En agosto, septiembre y octubre los lances se concentran a mayor profundidad. Se determinó IGS en 322 hembras de congrio. Para muestras



desde feb a julio, a partir de 100 cm LT aumenta fuertemente el IGS y la dispersión de los datos, indicando aumento de la actividad reproductiva. Microscópicamente (n=244 hembras), la mayor actividad aparece fuertemente en agosto, continuando en septiembre y siguiendo en octubre, aunque con fracción de hembras maduras cercanas a 20% (un poco mayor a 20%). El mayor incremento de IGS por rango de tallas de 5 cm LT ocurre en el rango 100 a 104,9 cm LT. La ojiva de madurez revela que la talla mediana de madurez ocurre en 106,7 cm LT (rango: 100,0 a 114,5 cm LT). Consecuentemente, hay bastante consistencia entre métodos macro y micro en la determinación de la talla media (mediana) de madurez en congrio hembras. Nuestros resultados coinciden bien con Baker *et al.* (2014). En la UPN la talla media de madurez ocurre en 88 cm LT y en la UPS en 91 cm. Sugerencias: implementar veda reproductiva en agosto-septiembre de cada año; reducir las capturas de peces bajo la talla media de madurez en congrio dorado. Cordo *et al.* (1999) señalan que la talla media de 71 cm; en NZ 86 y 96 cm LT, revelando variabilidad manifiesta entre Campbell plateau y Chatan rice.

## **6. Modelo conceptual de historia de vida de congrio dorado (Hugo Arancibia)**

Se presenta las principales tallas que se alinean con la dinámica de una población sometida a explotación pesquera, particularmente de congrio dorado.

Se cierra el taller a las 11:35 horas.

Barrio Universitario, enero 6 de 2015.

**Anexo 6. Asistencia al Taller de Difusión de Resultados.**

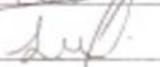
**Taller de Difusión de Resultados**

**Proyecto FIP 2013-28**

**"Parámetros biológico pesqueros de congrio dorado al norte de la unidad de pesquería sur austral"**

Universidad de Concepción, enero 6 de 2015

**ASISTENCIA**

Nº	Nombre	Institución	Email y/o Teléfono	Firma
1	Hugo Araucibia	Udec	haraucib@udec.cl	
2	Ruben Arancón	UDEC	RUBEN-ARANCÓN-MUNOZ@GMAIL.COM	
3	Mónica Barros J.	Udec	mobarros@udec.cl	
4	Gustavo Aedo	Udec	gzedo@udec.cl	
5	Javier Chong	UCSC	jvchong@ucsc.cl	
6	Ana Acosta	UDEC	anaacosta@udec.cl	
7				
8				
9				
10				